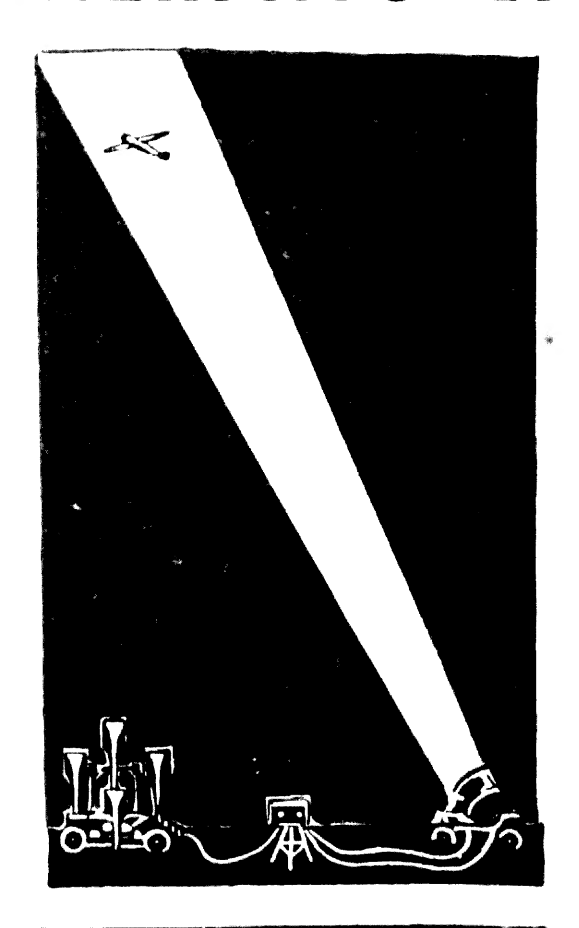
И. Д. АРТАМОНОВ

ЗЕНИТНЫЕ ПРОЖЕКТОРЫ И ЗВУКОПЕЛЕНГАТОРЫ



ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО НАРОДНОГО КОМИССАРИАТА ОБОРОНЫ ★ 1944

И. Д. АРТАМОНОВ

ЗЕНИТНЫЕ ПРОЖЕКТОРЫ И ЗВУКОПЕЛЕНГАТОРЫ

ПОСОБИЕ ДЛЯ ОФИЦЕРСКОГО СОСТАВА ЗЕНИТНО-ПРОЖЕКТОРНЫХ ЧАСТЕЙ

ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
НАРОДНОГО КОМИССАРИАТА ОБОРОНЫ
МОСКВА—1944

ПРЕДИСЛОВИЕ

В период Великой отечественной войны против немецко-фашистских захватчиков противовоздушная оборона территории СССР, наших крупных городов, промышленных пунктов и объектов войскового тыла, развилась в мощную и стройную систему, исключающую всякую возможность безнаказанных воздушных налётов противника днём и ночью.

В настоящее время на службе ПВО территории нашей страны состоит огромное количество различных средств, в том числе зенитные прожекторы и звукопеленгаторы.

Зенитные прожекторы и звукопеленгаторы — это приборы, предназначенные для целеуказания и обнаружения, опознавания и наблюдения самолётов противника, нападающих в ночных условиях.

Зенитные прожекторы и звукопеленгаторы являются необходимым вспомогательным средством для ночной боевой работы зенитной артиллерии и истребительной авиации.

Настоящая книга, предназначенная для офицерского состава зенитно-прожекторных частей, имеет целью помочь ему более глубоко и в совершенстве изучить свое оружие, чтобы с максимальным эффектом применять его в боевой практике. В книге собран необходимый справочный материал по основным видам зенитных прожекторных станций и систем «Прожзвук».

Во всех трёх частях книги отдельные вопросы, а иногда и целые разделы напечатаны петитом. В первой части петитом дан тот материал, который может быть использован для производства некоторых расчётов; во второй и третьей частях петитом дан материал, касающийся тех прожекторных станций, которые реже встречаются на практике.

Автор выражает глубокую благодарность генерал-майору технических войск Н. А. Анорову за тщательный просмотр рукописи и многие ценные указания практического характера.

Автор

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

ПРАКТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ ПРОЖЕКТОРОВ И ЗВУКОПЕЛЕНГАТОРОВ

ГЛАВА I

СВОЙСТВА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И СТЕКЛЯННЫХ ПАРАБОЛИЧЕСКИХ ОТРАЖАТЕЛЕЙ

1. Параметры отражателей

В современных зенитных прожекторах световой поток источника света перераспределяется при помощи параболического отражателя в узкий конический пучок. **Параболический отражатель** имеет форму параболоида вращения (рис. 1), образованного вращением ветви параболы OK вокруг оси OX. Эта ось в данном случае называется **оптической осью отражателя,** точка фокуса параболоида называется **фокусом отражателя,** а расстояние OF — **фокусным расстоянием отражателя.**

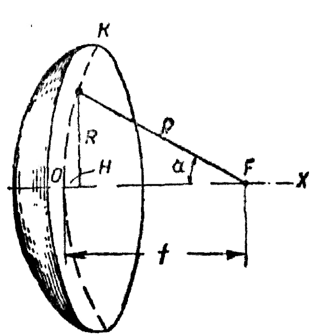


Рис. 1. Основные параметры параболического отражателя.

Параболические отражатели могут быть стеклянными и металлическими. В стеклянном отражателе световой поток источника света перераспределяется при действии двух поверхностей стекла, а также и толщи стекла. В металлическом отражателе световой поток источника света перераспределяется одной **лицевой,** или вогнутой, поверхностью отражателя, на которой наложен **отражающий слой.** Основные параметры как стеклянного, так и металлического отражателя рассматриваются применительно к лицевой, или вогнутой, поверхности параболоида вращения. Этими параметрами являются:

R — радиус светового отверстия отражателя или ордината некоторой точки на поверхности отражателя, в см;

H — глубина отражателя или абсцисса кромки отражателя, если начало координат совмещено с вершиной параболы, в см;

f — фокусное расстояние отражателя или полупараметр параболы, равный $P/_2$, в см;

ρ — радиус-вектор, соединяющий точку фокуса с точкой образующей параболы OK, в см;

α — плоский угол светового отверстия отражателя или угол, образованный радиусом-вектором ρ с оптической осью, в градусах.

Если известны любые два из этих параметров[1], то три остальные можно определить из свойств параболической кривой.

В качестве отражающего слоя на металлических отражателях отлагают чаще всего хром, который имеет в пределах видимого участка спектра средний коэфициент отражения 0,60—0.70, в зависимости от качества слоя и срока службы металла. Иногда металлические отражатели покрывают родием, у которого коэфициент отражения равен 0,65—0,75.

Лучшим материалом для отражающего слоя является чистое серебро. Этот металл в полированном состоянии обладает достаточно высоким и равномерным для всех длин волн видимого участка спектра коэфициентом отражения порядка 0,92. Однако серебро легко окисляется на воздухе и портится при протирании, поэтому металлические отражатели им не покрывают.

В стеклянных отражателях серебро наложено на выпуклую, или тыльную, поверхность стеклянного диска и защищено с вогнутой стороны стеклом, а с выпуклой — специальным защитным покрытием в виде слоя водонепроницаемого лака или краски[2]. Лицевая, или вогнутая, поверхность современных стеклянных отражателей проектируется как поверхность точного параболоида вращения. Тыльная поверхность должна рассчитываться так, чтобы падающий на неё луч света из точки фокуса, после преломления в толще стекла и отражения от отражающего слоя, выходил параллельно оптической оси отражателя. Эту поверхность, рассчитанную согласно указанным условиям, называют копараболической.

Таким образом, в стеклянном отражателе (рис. 2) часть светового потока, падающего на отражатель, отражается от его лицевой поверхности (около 4,4%). Наибольшая часть светового потока отражается от второй поверхности, покрытой отражающим слоем (около 79,2%). Наконец, малая часть светового потока отражается отражателем после многократных внутренних отражений в толще стекла (около 3,1%). Общий коэфициент отражения отражателя в этом случае будет равен: 4,4 + 79,2 + 3,1 = 86,7%. Практически, с учётом старения отражающего слоя, коэфициент берут равным 85%.

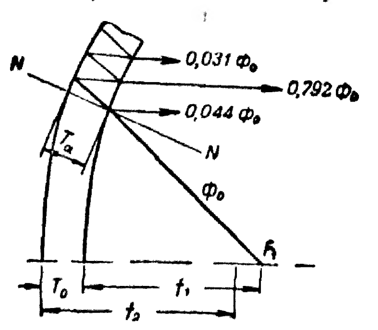


Рис. 2. Перераспределение светового потока двумя поверхностями стеклянного отражателя.

Согласно рис. 2 геометрические фокусы лицевой и тыльной поверхности расположены на некотором расстоянии друг от друга, оптические же фокусы обеих поверхностей совмещены с точкой F_1, являющейся точкой фокуса первой поверхности.

[1] Чаще всего на фирменном бланке отражателя указываются его радиус R и фокусное расстояние f.

[2] Слой серебра тонкий, приблизительно от 10 до 15 мг на 1 см²; слой меди — от 15 до 20 мг на 1 см².

Отражатели некоторых зенитных прожекторов открытого типа (например прожектор 0-15-2) имеют в своей центральной части вырез, радиус которого равен 16,25 см.

2. Оценка качества параболических отражателей

Как металлический, так и стеклянный параболический отражатель не может быть изготовлен математически точно. Это значит, что поверхности этого отражателя всегда будут иметь отступления от поверхностей точных параболоидов вращения, и фокус отражателя не будет представлять собой одну точку, а будет фактически ограничиваться некоторым объёмом, в пределах которого расположены фокальные точки отдельных участков поверхности отражателя.

Проверка качества поверхностей отражателя может быть произведена по широко известному методу фотографирования изображения сетки или по методу светового пятна. Метод испытания отражателей фотографированием изображения сетки предложен В. Н. Чиколевым и заключается в следующем. На расстоянии, немного большем, чем двойное фокусное расстояние отражателя, устанавливается белый щит с нанесённой на него сеткой из жирных вертикальных и горизонтальных линий так, чтобы сетка была обращена к отражателю. В центре щита имеется отверстие, через которое можно наблюдать изображение сетки в отражателе или сфотографировать это изображение при помощи широкоугольного объектива. Если линии сетки на изображении не имеют резких изломов, разрывов или размытостей, а выглядят плавно изогнутыми и совершенно отчетливыми линиями, то это значит, что поверхности отражателя не имеют грубых отклонений от правильной формы и отражатель может быть отнесен к разряду первосортных. Фотография сетки иногда прилагается к формуляру отражателя и служит одним из документов последнего.

В настоящее время часто вместо большого щита с сеткой берут так называемый прибор «Эльбо», состоящий из глубокого эмалированного светильника (например типа «Альфа»). У этого светильника световое отверстие перекрыто молочным стеклом с нанесённой на него сеткой из вертикальных и горизонтальных линий и нескольких концентрических кругов. Внутри светильника помещается лампа накаливания, которая и освещает молочное стекло с сеткой. Прибор «Эльбо» устанавливается перед отражателем на расстоянии, равном $1{,}2\,f - 1{,}3\,f$. Изображение сетки наблюдают и фотографируют на том расстоянии от отражателя, на котором изображение видно таким, что оно перекрывает всю поверхность отражателя.

Качество отражателя можно проверить по методу светового пятна. Делается это следующим образом. В фокусе отражателя устанавливается точечный (т. е. малых размеров) источник света в виде лампочки накаливания, и на экране, установленном на рассстоянии 2—3 м от отражателя, или на белой стене получают освещённое светлое пятно. О качестве отражателя судят по равномерности освещения этого светлого пятна и по отсутствию резких теней на нём.

Кроме испытаний отражателя на качество обработки его поверхностей, часто отражатель испытывают на качество зеркального слоя,

измеряя коэфициент отражения отдельных участков его поверхностей. Эти измерения принципиально можно произвести при помощи любого фотометра, но практически для этих целей чаще всего пользуются специальными приборами, которые называют рефлексометрами.

Наиболее важным этапом испытания отражателей является испытание их на аберрационную погрешность. В приложении к параболическим отражателям под аберрацией мы будем понимать отклонения фокусных расстояний отдельных элементов поверхности отражателя от номинального фокусного расстояния. **Номинальным фокусным расстоянием** считается то фокусное расстояние, которое было принято за основу при проектировании отражателя и которое указано на фирменной марке отражателя. Таким образом, каждый элемент поверхности отражателя может иметь своё собственное фокусное расстояние, отличное от номинального, а следовательно и свою особую фокальную точку. Серия малых элементов, взятых на отражателе на поверхности некоторой кольцевой зоны, будет иметь **среднее зональное фокусное расстояние,** которое можно определить как сумму фокусных расстояний отдельных элементов поверхности, поделённую на число этих элементов, взятых на данной зоне.

По этому же способу можно определить среднее фокусное расстояние всего отражателя, которое, однако, не будет являться тем фокусным расстоянием, на котором выгодно устанавливать источник света. Это наивыгоднейшее фокусное расстояние принято называть **действительным фокусным расстоянием отражателя;** его определяют, принимая во внимание свойства источника света, который будет установлен перед данным отражателем.

Различают продольную и поперечную аберрации отражателя, т. е. отклонения отдельных фокальных точек элементов или зон отражателя от среднего, номинального или действительного фокуса. Отклонения этих точек, измеренные вдоль оптической оси, считаются **продольной аберрацией.** Абсолютное значение продольной аберрации может быть вычислено по формуле

$$\Delta f = f_{\text{действит.}} - f_i \quad \text{или} \quad \Delta f = f_{\text{ср.}} - f_i \,. \tag{1}$$

Отклонения фокальных точек от оптической оси в плоскостях, перпендикулярных к последней, называют **поперечной аберрацией.** Понятием поперечной аберрации пользуются редко, так как любое значение поперечной аберрации при начертании луча, падающего на отражатель или отраженного от его поверхности, можно преобразовать в значение продольной аберрации. Кроме указанных выше понятий, иногда величины продольной аберрации выражают в угловых мерах, получая таким образом значение **угловой аберрации.** Угловая аберрация выражается в угловых минутах и в этой же мере она даёт отклонение отражённого от поверхности отражателя луча от параллельности с оптической осью.

При испытаниях отражателей чаще всего измеряют абсолютные значения продольной аберрации и представляют её величины в виде кривой линии (рис. 3), которая даёт зависимость величины аберрации от радиусов зон отражателя или от углов α.

Принципиально продольная аберрация параболических отражателей измеряется по одному и тому же методу, который заключается в следующем. На отражатель бросают узкий пучок света от коллиматора, представляющего собой по существу миниатюрный прожектор, так как здесь световой поток некоторого малого источника света также перераспределяется в узкий пучок при помощи системы линз. Если узкий пучок света будет брошен на отражатель параллельно оптической оси последнего, то после отражения от отражателя этот пучок будет пересекать оптическую ось в точке фокуса того элемента, на поверхность которого упал указанный ранее пучок света. Пользуясь этим положением, можно измерить фокусное расстояние любого элемента f_i. Перемещая пучок света и посылая его на различные элементы поверхности отражателя или на различные его зоны, можно измерить ряд значений f_i, по которым, если требуется, можно вычислить Δf, $f_{ср}$ и $f_{действит.}$ [1].

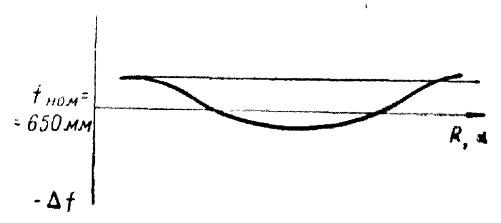


Рис. 3. Аберрограмма параболического отражателя.

Существуют специальные устройства, на которых можно сразу получить график аберрации отражателя в том виде, как это представлено на рис. 3. Такие устройства называются **аберрографами.**

Фокусное расстояние отражателя практически можно измерить следующими простыми методами. Во-первых, можно на некотором расстоянии L от прожектора установить малую лампу накаливания и получить её изображение вблизи фокальной точки отражателя. Если лампа будет расположена на оптической оси отражателя, то изображение лампы будет не в фокусе, а дальше от отражателя на величину δ, равную

$$\delta = \frac{\rho^2}{L - f}. \qquad (2)$$

Во-вторых, фокусное расстояние отражателя можно измерить путём собирания отражателем солнечных лучей и получения каустики в области, близкой к фокальной точке. Каустика образуется благодаря тому, что лучи света, отраженные от различных участков поверхности отражателя, будут пересекать оптическую ось в различных местах, поэтому они не сойдутся после отражения в точку, а ограничат некоторый объём вблизи точки фокуса. Фокусное расстояние должно измеряться от вершины отражателя до наиболее узкой части горловины каустики (чтобы видеть эту горловину более отчетливо, следует в область каустики пустить дым, хотя бы от папиросы).

При внешнем осмотре отражателя надо обращать внимание на отсутствие царапин, щелей и трещин на его поверхностях и сколов на

[1] Как вычислить f действительное, т. е. то фокусное расстояние, на котором выгодно поместить источник света, будет показано ниже.

кромках. Надо обращать внимание также на отсутствие свилей в толще стекла и на отсутствие крупных воздушных пузырьков в теле отражателя.

Параболический отражатель крепится в специальной оправе, носящей название кожуха прожектора. К креплению отражателя предъявляются следующие основные требования:

1) Крепление должно быть достаточно жёстким, не допускающим ни малейшего радиального смещения отражателя при толчках и тряске во время транспортирования прожектора и во время его работы.

2) Посадка отражателя в раму крепления должна быть достаточно плотной, чтобы не допускать никакого вибрирования кромок.

3) Крепление должно быть настолько эластичным, чтобы допускать расширение и сжатие отражателя при нагреве и охлаждении его.

4) Должны быть приняты все меры предосторожности, чтобы избежать деформирования отражателя креплением (проточка рамы-оправы; наклейка подкладок одинаковой толщины; проверка смятия подкладок под тяжестью отражателя; диаметральная установка пружин, пластин и винтов крепления; равномерное давление пружин на кромку отражателя).

5) Крепление отражателя должно быть таким, чтобы возможен был доступ охлаждающего воздуха к тыльной поверхности отражателя с целью охлаждения наиболее сильно нагреваемых участков.

6) Крепление должно быть выполнено при помощи подкладок из такого материала, который не оказывал бы никакого вредного химического воздействия на отражающий слой и на защитное покрытие отражающего слоя (нельзя применять резиновые подкладки).

7) Оптическая ось отражателя должна лежать в плоскости, перпендикулярной к двум другим взаимно перпендикулярным плоскостям, проходящим через оси вращения прожектора в азимуте и угле места.

Основные данные параболических отражателей различных фирм приведены в таблице (приложение 1).

ГЛАВА II

СВОЙСТВА ВОЛЬТОВОЙ ДУГИ ПОВЫШЕННОЙ ЯРКОСТИ

3. Электротехнические свойства дуги

В зенитных прожекторах и вообще в прожекторах большой световой мощности в качестве источника света используется электрическая дуга постоянного тока, горящая между специальными угольными электродами в воздухе. Эта дуга, в отличие от некоторых других дуговых источников света, носит название **дуги повышенной яркости** или дуги высокой интенсивности.

Электрическая дуга в прожекторах образуется путем сближения двух электродов, присоединенных к различным полюсам источника тока, до момента соприкосновения. Иногда сводят до соприкосновения друг с другом основные угольные электроды, а чаще всего для образования дуги пользуются основным отрицательным электродом и вспомогательным электродом, соединенным с плюсовым зажимом дуговой лампы. В момент соприкосновения электродов друг с другом место соприкосновения их нагревается током большой силы, который проходит через короткозамкнутый дуговой промежуток. Особенно важен нагрев отрицательного электрода, так как дуга может возникнуть только при нагретом катоде и холодном аноде, а не наоборот. Когда отрицательный электрод (катод) нагрет и будет удаляться от основного положительного электрода, или наоборот, вспомогатель-

ный положительный электрод будет удаляться от отрицательного, то между мало раздвинутыми электродами, вследствие наличия эмиссии электронов с катода, начинается непрерывное прохождение тока и возникает дуга.

Внешний вид горящей дуги повышенной яркости представлен на рис. 4. В междуэлектродном промежутке резко выделяются два потока пламени. Со стороны катода поток пламени разделяется на две части: внутреннюю часть, являющуюся светлым катодным пучком, и внешнюю часть, как бы ограничивающую этот пучок.

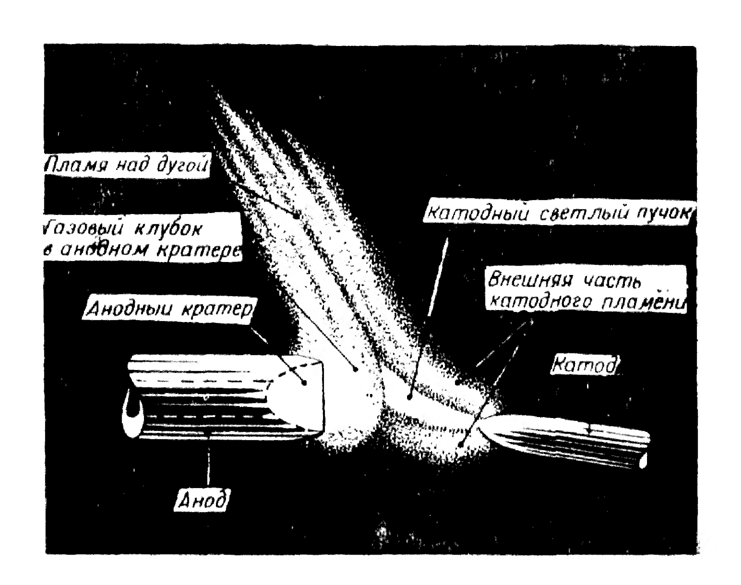


Рис. 4. Внешний вид дуги повышенной яркости.

Катодный светлый пучок — наиболее яркий — не имеет окраски, он наиболее узкий там, где прилегает к катодному кратеру или к катодному светлому пятну. Затем, по мере удаления от катода, пучок расширяется и все более и более отклоняется от оси катода вверх. Внешняя часть катодного пламени имеет голубоватую окраску и прилегает к раскалённой части конца катода.

В области, близкой к аноду, и внутри глубокого анодного кратера располагается анодное пламя, представляющее собой очень яркий газовый клубок. Как анодный газовый клубок, так и катодное пламя окончательно сливаются друг с другом в пламени над дугой, где всегда присутствуют частицы угольных электродов, не сгоревшие полностью. Поэтому пламя над дугой имеет красноватую окраску и очень часто содержит копоть.

Весьма важные электротехнические свойства дуги повышенной яркости выявляются при получении так называемых вольтамперных характеристик дуги. Для получения этих характеристик собирают схему, представленную на рис. 5. Стараются тщательно поддерживать постоянство длины дуги λ и постоянство э. д. с. генератора. Изменяя

значение силы тока, проходящего через дугу, путём введения (или выведения) внешнего сопротивления R в цепь с дугой, следят за тем, как изменяется падение напряжения на дуге, и регистрируют его по вольтметру V_1. Следует стремиться к тому, чтобы отсчёты по вольтметру V_1 и амперметру A брались одновременно. Графически зависимость падения напряжения на дуге от силы тока, проходящего через дугу, строят в виде кривой, которая и называется вольтамперной характеристикой для данной длины дуги.

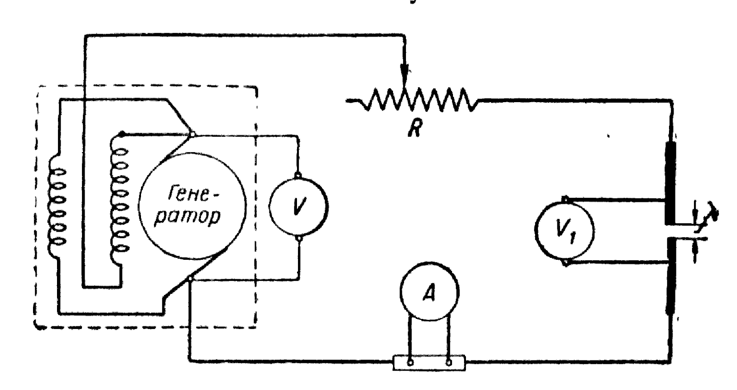


Рис. 5. Схема включения дуги с целью испытания её.

Как показывает опыт, в случае дуги повышенной яркости, при малых плотностях тока на электродах, падение напряжения на дуге уменьшается с увеличением силы тока. Как только плотность тока достигнет некоторого критического значения, внутри кратера анода и в области анодного пламени образуется очень яркий газовый клубок; при дальнейшем увеличении силы тока падение напряжения на дуге будет увеличиваться.

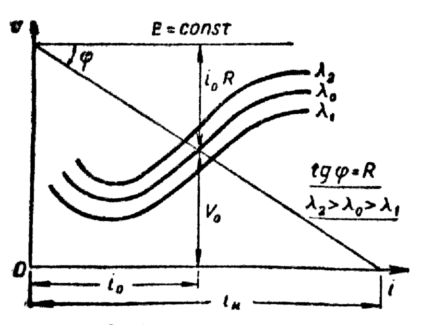


Рис. 6. Вольтамперные характеристики дуги повышенной яркости.

На рис. 6 представлены три вольтамперных характеристики, полученные для трёх различных длин дуги, причём при большей длине дуги вся характеристика располагается выше, т. е. при одних и тех же значениях силы тока падение напряжения на дуге больше. На этом же рисунке показаны: вольтамперная характеристика генератора, представляющая собой прямую E=const, параллельную оси силы тока, и вольтамперная характеристика сопротивления, введенного в цепь питания дуги.

Из рассмотрения рис. 6 следует, что э. д. с. источника электрической энергии E расходуется по такому закону:

$$E = V_д + i_д \cdot R, \tag{3}$$

где $V_д$ — падение напряжения на дуге;

$i_д \cdot R$ — падение напряжения на внешнем сопротивлении R при силе тока дуги $i_д$.

Сопротивление внешней цепи будет

$$R = \operatorname{tg}\varphi = \frac{E - V\partial}{i\partial}. \qquad (4)$$

Ток короткого замыкания при сведении электродов до соприкосновения будет

$$i_k = \frac{E}{R}. \qquad (5)$$

Как было сказано раньше, яркий газовый клубок в области анодного пламени наблюдается только при больших плотностях тока, — это и является характерной особенностью дуги повышенной яркости. Дугу эксплоатируют на восходящей части вольтамперной характеристики при плотностях тока на электродах от 0,75 до 1 а/мм². Когда дуга горит при нормальном электрическом режиме, тогда она имеет именно тот вид, который показан на рис. 4. Электронные явления, происходящие в дуге, горящей при этих условиях, можно объяснить так. Катод эмиссирует электроны в большом количестве вследствие большой силы тока, проходящего через дугу. Наиболее интенсивная эмиссия происходит с катодного светлого пятна, и к этому пятну примыкает катодный пучок, являющийся, таким образом, электронным пучком. Наружная часть катодного пламени служит как бы оболочкой, предохраняющей катодный пучок от внешнего воздействия, главным образом от воздействия нейтральных частиц газов, окружающих дугу. Поэтому во внешней части катодного пламени наряду с электронами движутся более тяжелые отрицательные ионы и частично положительные ионы, которые своей кинетической энергией поддерживают в нагретом состоянии катод.

Природу возникновения газового клубка в области анодного пламени можно объяснить так. Вследствие интенсивной бомбардировки анода электронами его поверхность сильно раскаляется и достигает температуры возгонки, т. е. той температуры, при которой твёрдые частицы электрода превращаются в газ. В состав фитиля положительного электрода входит около 50% редкоземельных элементов группы церия (церий, фтор, лантан), при возгонке которых и образуется газовый клубок, обладающий большой яркостью. Высказываются гипотезы о возможности химических соединений редкоземельных элементов с углеродом и, в частности, о возможности образования карбида церия внутри кратера. Благодаря интенсивному газообразованию внутри кратера анода эти газы стремятся найти выход в направлении к катоду и вылиться из кратера анода. Силы газообразования гонят в направлении к катоду как положительные, так и отрицательные частицы анодного пламени. Однако положительные частицы, двигаясь от анода в том же направлении, ускоряются силой электрического поля и, встречаясь с движущимися навстречу им отрицательными частицами катодного пламени, воссоединяются с ними (рекомбинируют) и тем самым способствуют усилению излучения газового клубка, наполняющего кратер анода. Отрицательно заряженные частицы анодного пламени силами газообразования выталкиваются из кратера, а силами электрического поля передвигаются в обратном направлении, т. е. к стенкам анодного кратера. В результате некоторое количество этих

отрицательно заряженных частиц, достигая границ анодного пламени, остаётся как бы в состоянии равновесия, так как сила электрического поля уравновешивается с силой газообразования. Таким образом на границе анодного пламени возникает отрицательно заряженный слой, плотность заряда которого различна на различных участках и представляет различное сопротивление для отрицательных частиц, движущихся от катода к аноду. С этой точки зрения совсем не безразлично, в какой участок отрицательно заряженного слоя будет направлен катодный пучок, — с этим будет связано большее или меньшее потребление энергии в анодном пламени и бóльшая или меньшая яркость анодного пламени. Поэтому весьма важно выбрать определённый угол наклона катода к аноду. Когда отрицательно заряженные частицы анодного пламени силами газообразования увлекаются против сил электрического поля, падение напряжения в анодном пламени сильно возрастает и вольтамперная характеристика становится восходящей.

Уравнение вольтамперной характеристики дуги повышенной яркости может быть написано в таком виде:

$$V_{\partial} = A + \frac{B}{i_{\partial}} + C \cdot i_{\partial}. \tag{6}$$

Если все члены этого уравнения умножить на силу тока дуги i_{∂}, то получится уравнение ваттамперной характеристики в виде

$$P_{\partial} = A \cdot i_{\partial} + B + C \cdot i_{\partial}^2 . \tag{7}$$

В этом уравнении, представляющем собой уравнение параболической кривой, последний член имеет размерность джоуля; наличие этого члена объясняет наличие интенсивных температурных явлений в анодном пламени. Постоянные коэфициенты уравнения (7) A, B и C можно определять на основании двух опытных вольтамперных характеристик.

Так как дуга повышенной яркости эксплоатируется на восходящей части вольтамперной характеристики, то для устойчивого горения дуги (в отличие от дуги между чистыми угольными электродами) нет необходимости вводить в цепь с дугой большое балластное сопротивление. Всё же для ограничения колебаний электрического режима дуги и для ограничения тока короткого замыкания некоторое сопротивление внешней цепи необходимо. Практически очень часто этим внешним сопротивлением является сопротивление кабеля, соединяющего прожектор с источником электрической энергии.

4. Светотехнические свойства дуги

Выше уже говорилось, что дуга повышенной яркости имеет анодный кратер как наиболее яркую часть из всех прочих своих частей. Анодный кратер излучает свыше 85% всего светового потока, излучаемого дугой; пламя, заполняющее междуэлектродный промежуток, излучает около 10%; раскалённый конец отрицательного электрода излучает не более 5%. В анодном кратере и в анодном пламени имеется газовый клубок. Этот клубок в иных случаях настолько прозрачен, что через плотный фильтр можно наблюдать место соединения оболочки электрода с фитилём.

Действующая яркость кратера $B_{a,\,r}$ в этом случае может рассматриваться как состоящая из двух слагаемых:

$$B_{a,\,r} = B_c + B_г\,, \tag{8}$$

где B_c — яркость раскалённых стенок кратера, наибольшая в центре, где температура выше, и равномерная для стенок кратера, имеющих одинаковую температуру накала;

$B_г$ — яркость газового клубка, бо́льшая по тому направлению, по которому просматривается бо́льшая толщина клубка.

Яркость стенок кратера обусловливается свойствами углеродистых материалов, входящих в состав электрода, и не может быть значительно увеличена вследствие того, что яркость чистых угольных электродов при своем максимальном значении не превышает 20 000 стильб. При этом следует заметить, что яркость чистых угольных электродов с минимальным содержанием золы и летучих веществ не зависит от силы тока дуги, так как до предельной температуры и яркости будет доведен вполне определённый участок поверхности угля при определённых значениях силы тока. Яркость газового клубка, заполняющего анодный кратер, по закону объёмного свечения будет тем больше, чем бо́льшая толща объёма действует в данном направлении. Величина яркости газового клубка подчиняется следующему закону:

$$B_г = B_0\,(l - \tau^l), \tag{9}$$

где B_0 — яркость бесконечно протяжённого объёма или некоторое предельно большое значение яркости;

τ — коэфициент прозрачности слоёв единичной толщины, взятых в излучающем объёме;

l — количество единичных слоев, действующих в данном направлении.

Таким образом, яркость кратера анода дуги повышенной яркости неравномерна, она является функцией точки на поверхности кратера и, кроме того, зависит от направления линии визирования на кратер. Типичные яркостные характеристики кратера, полученные впервые Ф. Бенфордом для 150-амперной дуги, представлены на рис. 7.

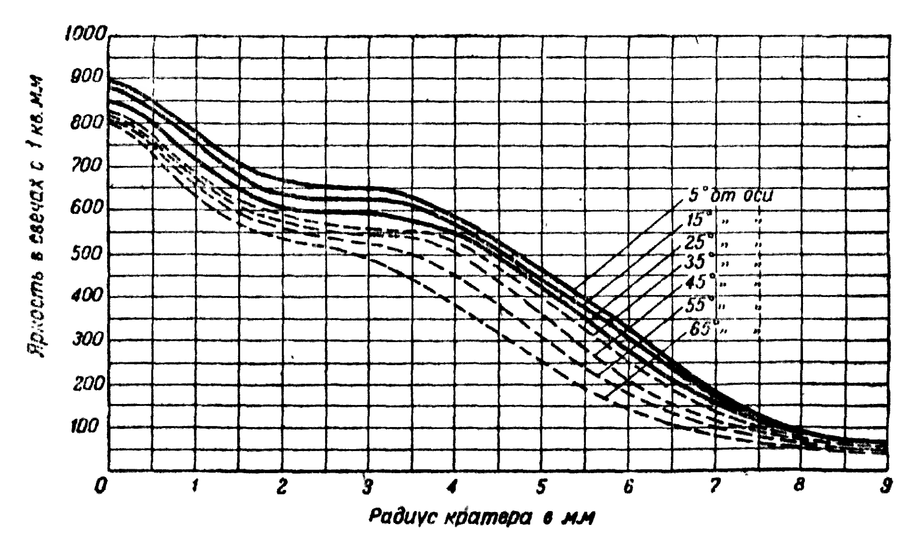


Рис. 7. Яркостные характеристики дуги повышенной яркости.

Из этого рисунка видно, что яркость кратера является функцией радиуса зоны кратера и функцией угла зрения на кратер, отсчиты-

ваемого от оси анода. При изменении силы тока в пределах плавного участка восходящей части вольтамперной характеристики яркость кратера анода дуги повышенной яркости является линейной функцией от силы тока, т. е. она увеличивается с увеличением силы тока и уменьшается при её уменьшении.

Рис. 8. Кривая распределения силы света дуговой лампы в горизонтальной плоскости.

Предельным значением яркости анодного кратера является яркость 120 000 стильб, по данным американской фирмы «Националь», якобы достигнутая в дуге, горящей между супервысокоинтенсивными электродами этой фирмы. В практике зенитных прожекторов наиболее часто имеют дело с яркостью анодного кратера порядка 60 000—70 000 стильб. Общая величина светового потока, излучаемого дугой 150-см зенитного прожектора, может достигать 555 000 люмен. Максимальная сила света кратера дуги в этих условиях достигает 100 000 свечей.

На рис. 8 приведена кривая распределения силы света дуговой лампы на силу тока в 150 а, полученная для горизонтальной плоскости и усреднённая для угла в 2 π. Из этой кривой видно, что наибольшая сила света будет излучаться кратером под углом в 20° от оси анода и будет достигать 90 000 свечей.

Основные параметры современных дуговых ламп для прожекторов различного назначения приведены в приложении 2.

5. Об угольных электродах для дуги

Угольные электроды для дуги повышенной яркости отличаются той существенной особенностью, что положительный электрод имеет фитиль, содержащий около 50% редкоземельных элементов. В связи с этим дуга повышенной яркости может эксплоатироваться при большей плотности тока на угольных электродах, чем дуга между чистыми угольными электродами, и поэтому в современных дуговых лампах приходится подводить ток к электродам близко к горящему концу. В тех случаях, когда ток проходит по всей длине отрицательного электрода (например, в лампах прожектора О-15-2), приходится отрицательный электрод омеднять, т. е. покрывать слоем меди для повышения его проводимости. Вследствие наличия в кратере анода газового клубка, устремляющегося вверх, приходится анод во время горения дуги непрерывно вращать около своей оси. При горении дуги повышенной яркости образуется большое количество газов и газовых смесей. Какие именно газы присутствуют в различных частях дуги, достаточно ясно показано на рис. 9.

Основными материалами, идущими на изготовление угольных электродов для дуги повышенной яркости, являются: сажа минерального происхождения, нефтяной кокс, каменноугольная смола и фтористый церий. Во всех этих материалах должно быть минимальное количество летучих веществ (не свыше 4%); допустимое содержание золы — доли процента (0,1 — 0,3%). В составе фтористого церия должно быть редких земель не менее 80% (в том числе чистого церия не менее 40%), растворов солей не более 5%.

Отрицательный электрод для зенитных прожекторов изготовляется целиком из углеродистых материалов с добавлением небольшого количества борной кислоты для лучшего шлакования материала электрода при горении. Фитиль этого электрода изготовляется также целиком из углеродистых материалов и более твердым, чем оболочка, для наилучшего «обсасывания» электрода при горении. В дуговых лампах наших зенитных прожекторов применяются отрицательные электроды диаметром 11 мм с фитилём диаметром 3 мм и длиной 300 мм.

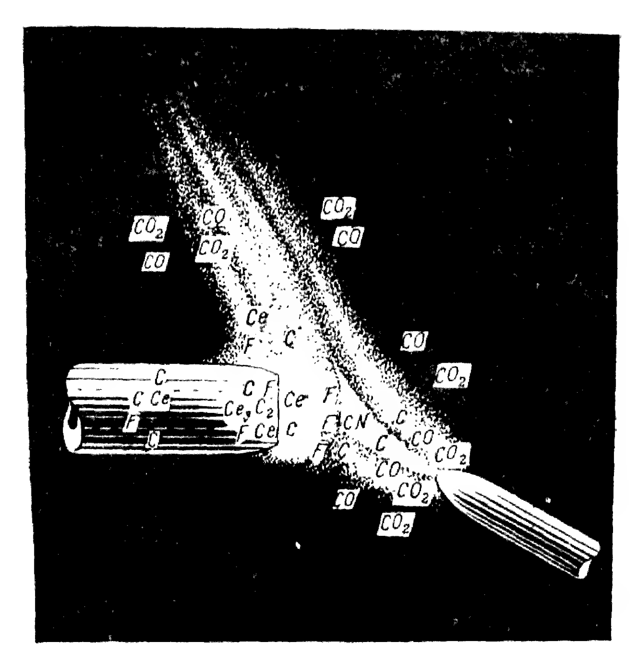


Рис. 9. Химические элементы, присутствующие в дуге повышенной яркости при горении.

Положительный электрод имеет оболочку из углеродистых материалов, а фитиль с содержанием 50% фтористого церия. Таким образом, у положительного электрода большей проводимостью обладает фитиль, изготовляемый в механическом отношении менее плотным, чем оболочка электрода. В дуговых лампах наших зенитных 150-см прожекторов применяются положительные электроды диаметром 16 мм с фитилём диаметром 8 мм и длиной 600 мм.

Угольные электроды для дуги повышенной яркости изготовляются с вставными и набивными фитилями. Вставные фитили изготовляются отдельно от оболочек и на последней стадии производства, будучи смазаны жидким стеклом, вставляются внутрь оболочки. Набивным фитилём оболочку заполняют путём впрессовывания фитильной массы.

О качестве угольных электродов для дуги повышенной яркости судят, с одной стороны, по их внешнему виду: электроды должны быть совершенно прямыми, не иметь заметных для глаза продольных и поперечных трещин на оболочке, не должны быть пористыми и грязнить руки при прикосновении; фитиль должен быть вставлен в оболочку с минимальным зазором и не должен иметь сколов и трещин. С другой стороны, качество угольных электродов выявляется при горении. Если дуга горит спокойно, не выделяется копоть, при нормальном токе дуга не шипит, структура потоков пламени дуги правильна и достаточно стабильна, то все это означает, что электроды по качеству удовлетворительны. Наконец, наиболее важный показатель качества электродов выявляется при испытании их на яркость кратера анода. Яркость кратера должна быть наибольшей при глубоком и правильном кратере, равномерно выгорающем

при нормальной скорости вращения анода. Распределение яркости по поверхности кратера должно быть стабильным и по возможности не меняющимся с течением времени.

ГЛАВА III
СВОЙСТВА ЛУЧА ПРОЖЕКТОРА

6. Световой поток прожектора

На параболический отражатель падает от источника света световой поток. Величина этого падающего светового потока зависит от свойств источника света и главным образом от кривой распределения силы света источника; кроме того, величина этого потока зависит от параметров отражателя и главным образом от величины телесного угла[1] светового отверстия, в пределах которого отражателем захватывается световой поток источника.

Световой поток, упавший на отражатель, перераспределяется последним и, отражаясь, отходит от отражателя в некотором малом телесном углу рассеяния. При отражении светового потока, падающего на отражатель, и вообще при перераспределении светового потока источника света, в прожекторе неизбежны некоторые потери. В общем виде световой поток Φ_ω всякого прожектора можно определить по формуле

$$\Phi_\omega = \eta \cdot \Phi_{пад}, \tag{10}$$

где $\Phi_{пад}$ — световой поток, падающий на отражатель, в люменах (он всегда меньше полного светового потока источника света);

η — коэфициент полезного действия светооптической системы прожектора.

Исследуя потери электрической энергии и светового потока в 150-см прожекторе с дугой повышенной яркости, Ф. Бенфорд установил, что только 60% светового потока лампы излучается в направлении к отражателю. Из этой части светового потока некоторое количество поглощается деталями дуговой лампы на пути к отражателю; кроме того, происходят некоторые потери и в самом отражателе. Световой поток, отражённый от отражателя, вновь экранируется и частично поглощается деталями лампы, и, наконец, на выходе из светового отверстия прожектора световой поток частично поглощается защитным стеклом.

Таким образом, коэфициент полезного действия прожектора η можно представить в виде произведения

$$\eta = K'_{экр} \cdot \rho \cdot K''_{экр} \cdot \tau, \tag{11}$$

где $K'_{экр}$ — коэфициент экранирования светового потока, падающего на отражатель; у закрытого зенитного прожектора этот коэфициент по Бенфорду равен 0,935;

$K''_{экр}$ — коэфициент экранирования светового потока, отражённого от отражателя, равный 0,960;

ρ — коэфициент отражения отражателя, равный 0,85;

τ — коэфициент пропускания защитного стекла, равный 0,88.

При таких значениях коэфициентов $K'_{экр}$, $K''_{экр}$, ρ и τ общая величина коэфициента полезного действия η будет составлять 0,67.

Таким образом, коэфициент η прожектора может быть увеличен за счёт увеличения коэфициента зеркального отражения отражателя,—устра-

---

[1] Телесным углом называется пространство, ограниченное конической поверхностью. За телесный угол, равный единице, принимается пространство внутри конуса, вырезанного из шара радиусом r и опирающегося на шаровой сегмент площадью r^2. Если $r=1$ м, то единице телесного угла соответствует на поверхности сферы 1 м². Полный телесный угол, заполняющий всё пространство (шара), равен 4π.

нения защитного стекла и перехода к полуоткрытому или открытому типу прожекторов и за счёт конструктивного усовершенствования дуговой лампы, обеспечивающей минимальное экранирование падающего и отраженного светового потока.

Последовательность преобразования электрической энергии в световую энергию и характер потерь, происходящих при этом преобразовании у зенитного прожектора закрытого типа с дугой повышенной яркости, приводится Ф. Бенфордом в виде табл. 1.

Таблица 1

Электрическая и световая энергия в различных стадиях образования светового луча прожектора с дугой высокой интенсивности 150 а

	Электрическая энергия			Световая энергия		
	коэфициент	в ваттах	в %	коэфициент	в люменах	в %
Мощность генератора 150 а×120 в	—	18 000	100	—	—	—
У зажимов лампы	0,667	12 000	66,7	—	—	—
У дуги	0,950	11 400	63,4	—	555 000	100
По направлению к отражателю	0,520	5 870	33,0	0,600	333 300	60
Падает на отражатель	0,930	5 458	30,7	0,935	311 000	56,1
Отражается	0,750	4 130	23,0	0,850	265 000	47,7
За положительным угледержателем	0,960	3 910	22,1	0,960	254 000	45,8
Прошло сквозь защитное стекло	0,850	3 370	18,8	0,880	224 000	40,3
За вычетом рассеянного света	0,600	2 020	11,3	0,625	140 000	25,2

Величину светового потока, падающего на отражатель, можно определить из кривой распределения силы света дуговой лампы (см. рис. 8).

Световой поток прожектора может быть измерен только в лабораторных условиях при помощи шарового фотометра соответствующих размеров. При этих же измерениях можно определить все коэфициенты потерь светового потока в прожекторе.

7. Сила света прожектора

В теории прожектора важнейшее значение имеет формула, определяющая силу света прожектора. В узком коническом световом пучке прожектора имеется световой поток достаточно большой плотности; это достигается применением в прожекторе специальной оптики.

Сила света прожектора, или угловая плотность светового потока в прожекторном луче, определяется по формуле Манжена [1], устанавливающей связь между силой света прожектора, яркостью источника света и действующей площадью светового отверстия оптической системы. Эта формула для силы света $I_{пр}$ на оптической оси луча пишется так:

$$I_{пр} = \eta \cdot B_{max} \cdot Q, \quad (12)$$

[1] Манжен — полковник французской армии, впервые дал эту формулу для вычисления силы света прожектора.

где η — коэфициент полезного действия светооптической системы прожектора;

B_{max} — максимальная яркость источника света в стильбах;

Q — действующая площадь оптики в см².

Из формулы Манжена следует, что силу света прожектора можно увеличить только за счёт увеличения входящих в правую часть формулы множителей η, B_{max} и Q.

О возможностях увеличения к. п. д. прожектора η было сказано в предыдущем разделе.

Увеличение яркости B_{max} может быть достигнуто применением электродов повышенного качества, которые позволили бы иметь бóльший газовый клубок в анодном пламени и более глубокий анодный кратер. Иногда некоторое увеличение яркости достигается повышением силы тока дуговой лампы, конечно, не в ущерб устойчивому и спокойному горению дуги.

Увеличение действующей площади оптики в случае применения параболического отражателя может итти только за счёт увеличения диаметра последнего, так как $Q = \pi \cdot R^2$. Этот путь возможен только тогда, когда отражатель большего диаметра не будет утяжелять прожектор и делать его громоздким в конструктивном отношении.

Из формулы Манжена также следует, что под величиной Q надо понимать площадь оптики, действующую в данном направлении; если избрать какое-нибудь направление вне пределов основного луча прожектора, то сила света по этому направлению будет равна нулю. Понимая под Q действующую в данном направлении площадь оптики, формулу Манжена можно считать справедливой для всех прожекторов и проекционных аппаратов, снабжённых любой оптикой и любым источником света. В самом деле, оптическая система прожектора даёт изображение источника света, яркость которого меньше яркости самого источника. Этот основной закон оптики положен в основу формулы Манжена и может быть выведен из неё математически, если обе части равенства (12) разделить почленно на Q:

$$\frac{I_{пр}}{Q} = B_{из} = \eta \cdot B_{max}, \qquad (13)$$

где $B_{из}$ — яркость изображения источника света в стильбах.

Левая часть равенства (13) и есть яркость изображения источника света, полученного при помощи оптики прожектора. Яркость этого изображения меньше яркости источника, так как η всегда меньше единицы.

Наконец, из формулы Манжена следует, что все другие выражения для определения силы света прожектора получаются из преобразований этой формулы. Так, например, если нас интересует сила света не всего прожектора, а лишь одной кольцевой зоны отражателя, то ее можно определить по формуле

$$I_{зоны} = 4\pi \cdot \eta \cdot f^2 \cdot B_{max}\left(\operatorname{tg}^2\frac{\alpha_2}{2} - \operatorname{tg}^2\frac{\alpha_1}{2}\right) = \eta \cdot B_{max} \cdot \pi\left(R_2^2 - R_1^2\right), \qquad (14)$$

где f — фокусное расстояние отражателя в см;

α_1 — угол нижней кромки зоны;

α_2 — угол верхней кромки зоны;

R_1 и R_2 — соответственно радиусы нижней и верхней кромок зоны в см.

Так как $R = 2f \cdot \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}$, то оба эти выражения для силы света зоны совершенно одинаковы и тождественны.

Иногда для определения силы света прожектора пользуются выражением:

$$I_{пр} = \eta \cdot I_{ист} \cdot \frac{D^2}{d^2} = \eta \cdot I_{ист} \cdot \frac{\Omega}{\omega}, \qquad (15)$$

где $I_{ист}$ — сила света источника света в свечах;

D — диаметр отражателя в см;

d — диаметр источника света в см;

Ω — телесный угол захвата светового потока отражателя в стерадианах;

ω — телесный угол рассеяния луча прожектора в стерадианах.

Оба эти выражения (15) получаются также из формулы Манжена, но они менее точны, так как сила света источника определяется менее точно, чем его яркость, и, кроме того, телесный угол может быть определён также приближённо.

Максимальная или осевая сила света наших зенитных прожекторов колеблется в пределах от 650 до 800 миллионов международных свечей, в зависимости от качества угольных электродов и конструктивного совершенства прожекторов.

8. Дистанция оформления луча прожектора

Каждый малый элемент поверхности параболического отражателя излучает в поле световой поток в таком телесном угле, в пределах которого из данного элемента усматривается источник света. Другими словами, каждый элемент отражателя даёт изображение источника света; угловая ширина β этого изображения согласно рис. 10 определится так:

$$\sin\beta = \frac{r}{\rho} \text{ или } \beta = \frac{57{,}28 \cdot 60 \cdot r}{2f}(1 + \cos\alpha) \text{ минут,} \quad (16)$$

где r — радиус источника света в см;

α — угол между радиусом-вектором, проведённым к данному элементу, и оптической осью в градусах.

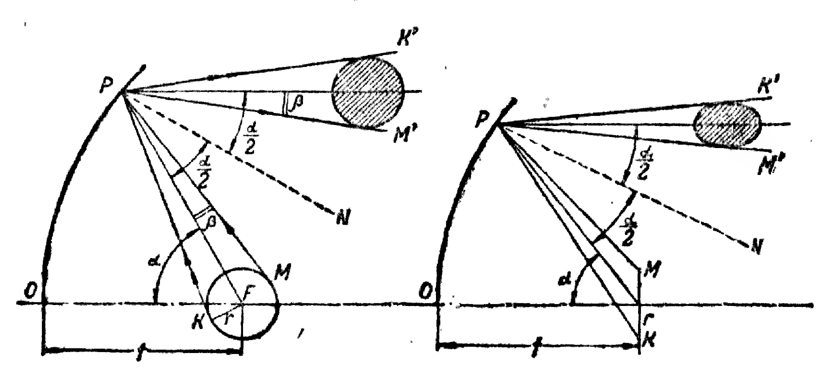


Рис. 10. Элементарные изображения источника света в виде шара и в виде диска, создаваемые параболическим отражателем.

Если же источник света рассматривать не как светящийся шар, а как круглый диск радиусом r, то угловая ширина элементарных изображений не будет одинакова для двух взаимно перпендикулярных направлений и для одного из них будет определяться по формуле (16), а для другого по следующей формуле:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{r \cdot \cos\alpha}{\rho} \text{ или } \beta = \frac{57{,}28 \cdot 60 \cdot r \cdot \cos\alpha}{2f}(1 + \cos\alpha). \quad (17)$$

Для цилиндрического источника света, расположенного вдоль оптической оси отражателя, угловая ширина изображения будет

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{a \cdot \sin\alpha}{2\rho} \text{ или } \beta = \frac{57{,}28 \cdot 60 \cdot a \sin\alpha}{4f}(1 + \cos\alpha), \quad (18)$$

где $\frac{a}{2}$ — половина длины цилиндрического источника.

По мере удаления от прожектора элементарные изображения источника света, создаваемые различными участками поверхности отражателя, пересекают оптическую ось прожектора, частично совмещаются друг с другом, образуя общее изображение источника от некоторой кольцевой зоны отражателя или от всего отражателя в целом.

Для элементов одной и той же кольцевой зоны отражателя, положение которой определяется ее средним радиусом R и глубиной H, расстояние L_o, на котором элементарные изображения пересекут оптическую ось и начнут совмещаться друг с другом, носит название **дистанции геометрического оформления**.

Согласно рис. 11 это расстояние L_0 можно определять по формуле

$$L_0 = R \cdot \operatorname{ctg} \beta + H, \tag{19}$$

где β — угловая ширина элементарного изображения источника света в минутах.

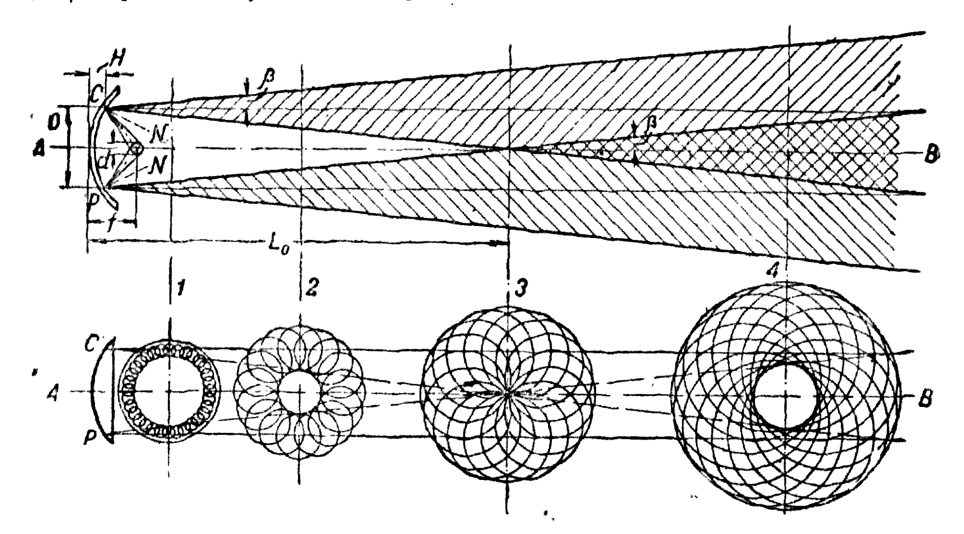


Рис. 11. Наложение элементарных изображений источника света друг на друга (происходит за дистанцией геометрического оформления луча).

Подставляя в формулу (19) вместо ctg β[1] его значение из формул (16), (17) и (18), можно путём простых преобразований получить особые выражения для дистанции геометрического оформления для сферического, дискового или цилиндрического источника света.

Так как в основном дистанция геометрического оформления L_o определяется величиной первого члена $R \cdot \operatorname{ctg}\beta$, то часто значением H пренебрегают; кроме того, в выражение ctgβ вводят некоторые упрощения и получают приближённые формулы для определения дистанции L_o.

Для крайней зоны отражателя дистанция L_o будет наибольшей и, очевидно, будет тем больше, чем меньше источник света. У 150-см зенитного прожектора при источнике света радиусом 8 мм и при $\alpha = 60°$ дистанция геометрического оформления будет около 160 м.

Рассуждения о дистанции геометрического оформления изображения источника света от зоны отражателя приводят к выводу, что по мере удаления от прожектора вдоль его оптической оси мы можем наблюдать, как всё бóльшее и бóльшее количество элементарных изображений совмещается друг с дру-

[1] При малых углах $\sin \beta = \operatorname{tg} \beta$; $\sin 10' = \operatorname{tg} 10' = 0{,}00291$; $\sin 1° = \operatorname{tg} 1° = 0{,}0174$, причем $\sin \beta = \sin 10' \cdot \beta$, а $\operatorname{ctg} \beta = \frac{1}{\operatorname{tg} \beta}$.

гом на оптической оси. Наблюдая отражатель, можно видеть, как сначала на небольшом удалении от прожектора кажется светящейся лишь его центральная часть, затем она расширяется и на расстоянии L_0, равном дистанции геометрического оформления крайней зоны отражателя, весь отражатель кажется светящимся. Это указывает на то, что по мере удаления от прожектора до расстояния L_0 действующая площадь оптики все увеличивается и увеличивается, а это вызывает соответствующее увеличение силы света прожектора, и она действительно достигает своего максимального значения на оптической оси только за дистанцией L_0.

Что касается точек, удалённых от оптической оси на некоторое расстояние, то здесь сила света будет иметь наибольшее значение только в том случае, если эти точки находятся на изображении источника света от всего отражателя. Зона сформировавшегося изображения источника света от всего отражателя носит название **зоны обратных квадратов**, так как здесь, при постоянном значении силы света, освещённость какого-либо предмета по мере удаления его от прожектора будет убывать обратно пропорционально квадрату расстояния. Угловая ширина **зоны** обратных квадратов определится по формулам (16), (17) и (18), если в них подставить максимальное значение угла α. **Линейную ширину** W **зоны обратных квадратов, т.** е. линейные размеры изображения источника света от всего отражателя, можно определить по формуле

$$W = 2(L - L_0) \cdot \operatorname{tg} \beta_{min}, \tag{20}$$

где L — расстояние от прожектора, на котором определяется диаметр изображения W, в м;

L_0 — дистанция геометрического оформления для кромки отражателя в м;

β_{min} — угловая ширина элементарного изображения от кромки отражателя в градусах.

Основнй практический вывод, который надо сделать из рассуждений о геометрической структуре луча прожектора, заключается в следующем: сила света прожектора приобретает свое максимальное значение на некотором удалении от прожектора, большем, чем дистанция L_0, для точки, взятой на оптической оси, и значительно большем, чем L_0, для точек, взятых на некотором удалении от оптической оси, равном $\frac{W}{2}$.

На основании этого положения приходится при измерении силы света прожектора или при получении кривой распределения силы света в узком коническом луче прожектора отходить от последнего на расстояние в шесть, а иногда в десять раз больше, чем L_0.

9. Распределение силы света прожектора и его фотометрирование

Максимальная сила света у прожектора находится на его оптической оси вследствие того, что здесь происходит наиболее полное совмещение элементарных изображений источника света друг с другом. В некотором удалении от оптической оси сила света будет меньше и, наконец, на кромке прожекторного луча она будет иметь минимальное значение.

Светотехнические свойства прожектора характеризуются кривой распределения силы света его луча, которая даёт зависимость силы света по какому-нибудь направлению внутри конического луча прожектора от углового удаления этого направления от оптической оси. Кривая распределения силы света в луче прожектора (рис. 12) может быть получена или путём теоретического построения, или же путём опытного измерения силы света прожектора по различным направлениям, т. е. фотометрированием прожектора.

Специфичность фотометрического исследования прожектора состоит прежде всего в том, что измерения должны производиться в той

части светового пучка, где действителен закон убывания освещенности обратно пропорционально квадрату расстояния по всей ширине этого пучка. Дистанция фотометрирования ($L_{ф}$) должна в каждом отдельном случае определяться расчётом на основании законов геометрического оформления пучка и не может приниматься менее, чем $L_{ф} = (6 \div 10) \cdot L_0$, т. е. шести- или десятикратное значение дистанции геометрического оформления.

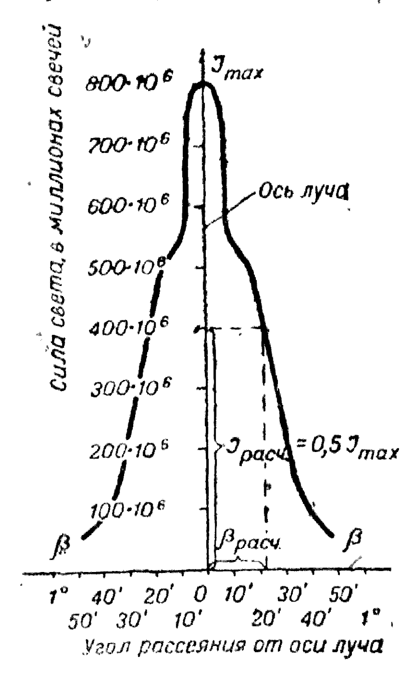


Рис. 12. Кривая распределения силы света в луче прожектора.

Другой особенностью фотометрического исследования прожектора является малая угловая ширина светового пучка прожектора (например 1—2°), а это обстоятельство требует применения специальных приспособлений для отсчёта углов поворота оптической оси в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

При фотометрировании дуговых прожекторов используются три способа отсчёта малых углов.

Первый способ—это отсчёт углов при помощи лимбов больших радиусов. На прожекторе устраиваются увеличенные против нормальных размеров лимбы или шкалы отсчёта углов поворота прожектора в азимуте и угле места; длина дуги, стягивающей малый угол (например 10′), будет достаточно велика и поэтому в пределах 1° можно взять около шести отсчётов углов поворота. Лимбы должны быть установлены на прожекторе достаточно жёстко и снабжены длинными стрелками, дающими возможность производить отсчёт.

Второй способ отсчёта углов поворота прожектора заключается в применении какого-нибудь угломерного инструмента, имеющего нониус и позволяющего отсчитывать углы поворота прибора, например, через каждые 10′. Для отсчёта углов поворота прожектора в азимуте или в горизонтальной плоскости на лапе лиры, на некотором удалении от оси вращения прожектора, устанавливается крест нитей или индекс; на таком же удалении от этого индекса вдоль прямой, проходящей через ось вращения и индекс, устанавливается угломерный инструмент (рис. 13). Если прибор сначала свизировать на этот индекс, а затем, после поворота прожектора на малый угол, опять свизировать на индекс, то по шкале прибора можно отсчитать угол поворота и прожектора и прибора. При малых углах поворота точность отсчётов получается практически достаточно высокой.

Наконец, третий способ отсчёта углов применяется иногда при получении кривой распределения силы света прожектора в горизонтальной плоскости. Этот способ состоит в том, что в луче прожектора

на определённом расстоянии от оптической оси b и на дистанции фотометрирования $L_ф$ устанавливается вертикальная рейка, на месте стояния которой измеряется сила света. Углы отклонения изучаемого направления от оптической оси вычисляются по формуле

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{b}{L_ф}.$$

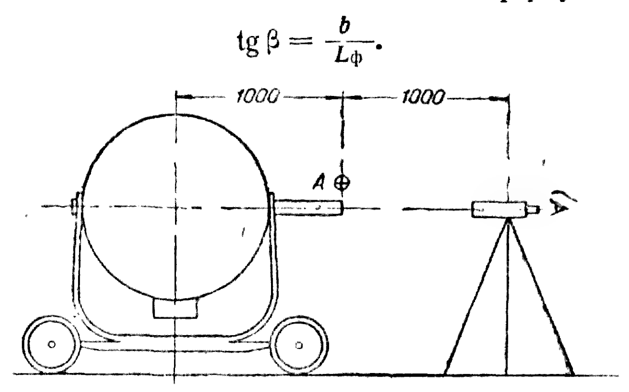


Рис. 13. Способ отсчёта углов поворота прожектора при фотометрировании.

Фотометрические исследования прожекторов производятся различными методами, в зависимости от устройства фотометрического прибора, применённого для измерений (тубус-фотометр, люксметр, телефотометр).

Фотометрирование мощных дуговых прожекторов производится, как правило, на открытом воздухе в ночное время. Ввиду большого расстояния фотометрирования необходимо знать коэфициент прозрачности воздуха; чаще всего этот коэфициент приходится определять в процессе исследования.

При фотометрировании прожектора тубус-фотометром последний устанавливают на расстоянии $L_ф$ и задают прожектору различные углы поворота от начального положения, когда оптическая ось направлена на фотометр. Это начальное положение определяют по максимальному значению получающейся силы света ($I_{пр}$), которую для всех положений можно вычислить по формуле

$$I_{пр} = c \cdot \frac{L_ф^2}{r^2} \cdot t^{-L_ф} \cdot t_ф^{-1}, \tag{21}$$

где c — некоторая постоянная фотометра;

r — отсчёт по шкале тубус-фотометра в см;

t — коэфициент прозрачности воздуха;

$t_ф$ — коэфициент прозрачности фильтра, уменьшающего силу света прожектора.

При фотометрировании прожектора телефотометром, схема которого приведена на рис. 14, поступают следующим образом. На дистанции фотометрирования устанавливают квадратный щит, размер которого определяют, исходя из размеров дистанции $L_ф$ (при $L_ф = 1$ км сторона щита $a = 1$ м; при $L_ф = 2$ км сторона щита $a = 2$ м). Щит освещают прожектором, направляя на него различные участки луча, и на щит визируют телефотометр. Уравнивая яркости полей сравнения, получают такое положение, при котором яркость внутреннего поля телефотометра, отвечающая яркости изображения щита, равна яркости внешнего поля, отвечающей яркости молочной пластинки фотометра.

При равенстве этих яркостей получают

$$E_{из} = E_ф = \frac{I_{пр}}{L_ф^2} t^{2L_ф} = \frac{c}{r_{ср}^2},$$

откуда сила света прожектора будет

$$I_{пр} = \frac{c \cdot L_{ф}^{2}}{r_{ср}^{2}} \cdot t^{-2L_{ф}} = \frac{c_0}{r_{ср}^{2}}, \qquad (22)$$

где $E_{из}$ — освещённость;

c — постоянная телефотометра;

t — коэфициент прозрачности воздуха;

$r_{ср}$ — средний отсчёт по шкале телефотометра в см;

c_0 — постоянная фотометрирования.

При фотометрировании прожектора люксметром по измеренной величине освещенности в различных точках луча на дистанции $L_{ф}$ силу света прожектора вычисляют по формуле

$$I_{пр} = E \cdot L_{ф}^{2} \cdot t^{-L_{ф}} \cdot t_{ф}^{-1}, \qquad (23)$$

где E — значение освещённости, полученное при измерении люксметром.

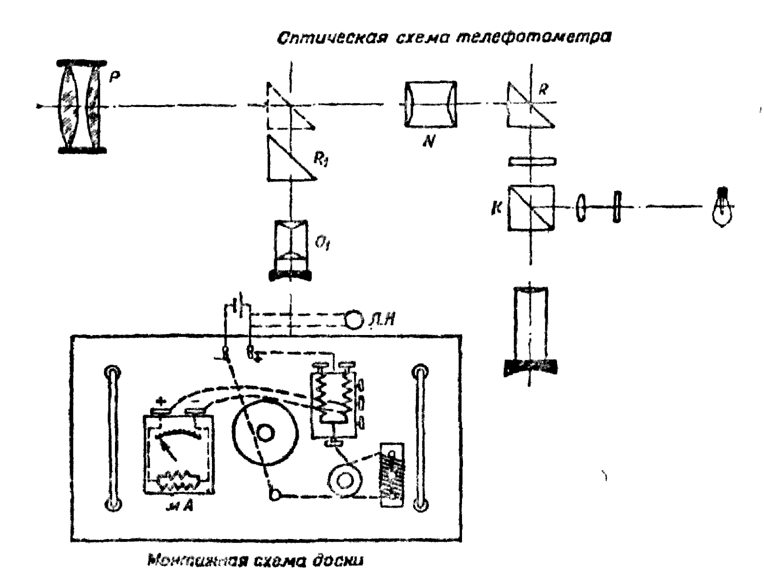


Рис. 14. Оптическая схема телефотометра и монтажная схема доски прибора.

По полученным опытным путём значениям силы света прожектора под различными углами к оптической оси строят кривую зависимости $I\beta = f(\beta)$, аналогичную с результирующей кривой на рис. 12. У современных дуговых прожекторов кривые распределения силы света в вертикальной и в горизонтальной плоскостях неодинаковы: кривая распределения силы света в горизонтальной плоскости симметрична относительно оптической оси отражателя; кривая распределения силы света в вертикальной плоскости несимметрична, так как пламя, возвышающееся над дугой, даёт в прожекторном луче значительные силы света и при больших углах β вниз или вверх от оптической оси отражателя. В том случае, когда отрицательный электрод отклонён вниз от оси положительного электрода и пламя направлено вверх, оно, изображаясь в отражателе, будет увеличивать силу света на нижней кромке луча. Если же отрицательный электрод поднят вверх над осью положительного электрода (что имеет место у прожекторов **с перевернутыми дуговыми лампами**), тогда пламя будет увеличивать значения силы света на верхней кромке луча.

На кривой распределения силы света прожекторов дальнего действия отмечают точки, соответствующие значению силы света, равному $0{,}5 \cdot I_{max}$. Это значение силы света считают расчётным и обозначают $I_{расч} = 0{,}5 \cdot I_{max}$, а соответствующий этим значениям угол рассеяния β считают действующим углом рассеяния прожектора. Кривая распределения силы света прожектора даёт возможность судить о том, насколько удачно подобраны те или иные параметры прожектора, определить расчётный световой поток в луче прожектора, а также даёт основание для определения освещённости объекта, находящегося в различных положениях в луче прожектора.

10. Свойства дефокусированного прожектора

Если источник света будет смещён из фокальной области на ту или иную величину, прожектор будет дефокусирован.

При смещении источника света из фокальной области к отражателю (рис. 15) каждое элементарное изображение от любого элемента поверхности отражателя отклонится от оптической оси. В результате этого весь прожекторный луч будет шире, изображение источника света от отдельных кольцевых зон отражателя и от всего отражателя в целом будет менее резким. Обращаясь одновременно к рис. 11, который поясняет наличие дистанции геометрического оформления, можно заметить, что при приближении источника света к отражателю дистанция геометрического оформления всё более и более увеличивается, а зона обратных квадратов становится всё более и более узкой; при этом возможен такой случай, когда дистанция геометрического оформления будет равна бесконечности, а зоны обратных квадратов совсем не будет. На этом основании можно заключить, что всякое смещение источника света к отражателю ведёт к изменению структуры прожекторного луча и уменьшает силу света сначала на кромках зоны обратных квадратов, а затем и на оптической оси прожектора.

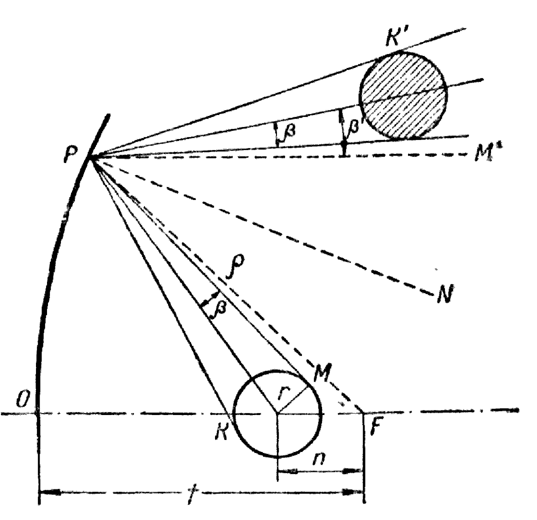


Рис. 15. Дефокусировка источника света к отражателю.

Когда источник света смещается из фокальной области, удаляясь от отражателя (рис. 16), каждое элементарное изображение отклоняется в сторону приближения к оптической оси. В результате такой дефокусировки изображение источника света от отдельных зон отражателя или от всего отражателя в целом формируется раньше, т. е. ближе к прожектору, и в луче образуется шейка или перехват, представляющий собой ранее сформировавшееся изображение источника. Такая дефокусировка тоже сначала ведёт к снижению силы света на кромках луча, а затем и на оптической оси прожектора.

Если источник света будет смещен из фокальной области не вдоль оптической оси, как это рассматривалось на рис. 15 и 16, а в сторону от оптической оси, то структура луча прожектора также изменится. Если, например, источник света будет смещен в фокальной плоскости вниз от точки фокуса, то

весь луч прожектора, изменив свою структуру, поднимется вверх; при смещении источника света вверх весь луч опустится вниз.

При дефокусировке сферического или дискового источника света вдоль оптической оси от отражателя или к отражателю мы будем получать отклоне-

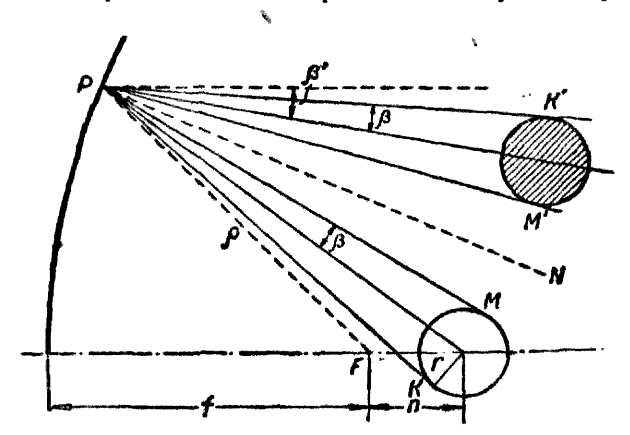


Рис. 16. Дефокусировка источника света от отражателя.

ния осей элементарных изображений от оптической оси зеркала или к ней на величину угла

$$\beta = \frac{57{,}28 \cdot 60 \cdot n \cdot \sin\alpha}{2f}(1 + \cos\alpha), \tag{24}$$

где n — расстояние, на которое сдвинут центр источника от точки фокуса, в см.

Это выражение аналогично выражению (18) и имеет максимальное значение при угле $\alpha = 60°$.

Допустимое расстояние смещения сферического источника света радиуса r из фокуса, без уменьшения осевой силы света прожектора, определится на основании рис. 17 как

$$n = \pm \frac{r}{\sin \alpha_{кр}}. \tag{25}$$

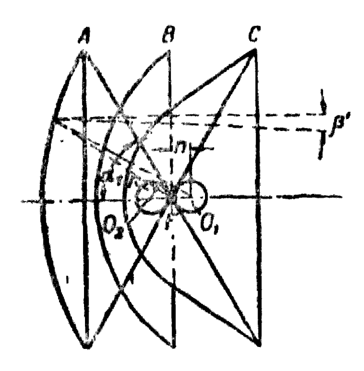


Рис. 17. Пределы дефокусировки сферического источника света.

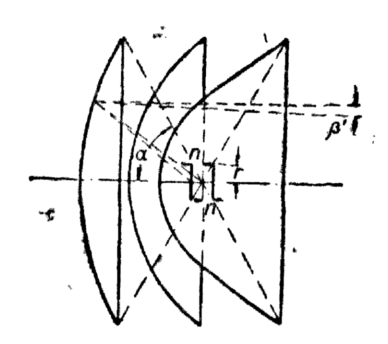


Рис. 18. Пределы дефокусировки дискового источника света.

Такое же расстояние, но для дискового источника света, согласно рис. 18, будет

$$n = \pm r \cdot \mathrm{ctg}\,\alpha_{кр}. \tag{26}$$

Осевая сила света при таком смещении источника из фокуса не уменьшится, потому что только элементарные изображения от кромки отражателя не будут пересекать оптическую ось, а все другие элементарные изображения попрежнему будут совмещаться друг с другом на оптической оси.

В самом деле, если полученное значение n для сферического источника подставить в формулу (24), то получится формула (16). Таким образом, β' будет равно $\beta_{кр}$; но угловая ширина элементарного изображения для кромки отражателя имеет минимальное значение, поэтому все элементарные изображения от внутренних зон отражателя будут отклонены на углы β', меньшие, чем угловая ширина этих элементарных изображений, и не сойдут с оптической оси.

Если выражение (26) подставить в формулу (24), то получится формула (17); рассуждая аналогично предыдущему, можно доказать, что в этом случае осевая сила света не уменьшится.

Для наших зенитных прожекторов, имеющих $\alpha_{кр}=60°$ и радиус источника света, равный 8 мм, величина допустимого смещения будет равна $n=\pm(4,6\div9,2)$мм, причём меньшее значение получается, когда кратер дуги принимается за диск, и бóльшее значение получается, когда анодное пламя принимается за сферический источник света. В действительности допустимое смещение не должно превышать 3 мм.

Изменение дистанции геометрического оформления при смещении источника света из фокуса вдоль оптической оси можно учитывать по формуле

$$L_0' = R \cdot \mathrm{ctg}\,(\beta \pm \beta') + H. \tag{27}$$

В этой формуле знак (+) перед β' надо брать в том случае, когда источник смещается от отражателя и L_0 должно уменьшаться, а знак (—) брать, когда источник приближается к отражателю и L_0 должно увеличиваться.

При смещении источника света из фокуса к отражателю световой поток прожектора увеличивается, а при смещении от отражателя — уменьшается.

На рис. 19 приведены кривые распределения силы света 90-см прожектора с дугой повышенной яркости, показывающие, как изменяется сила света

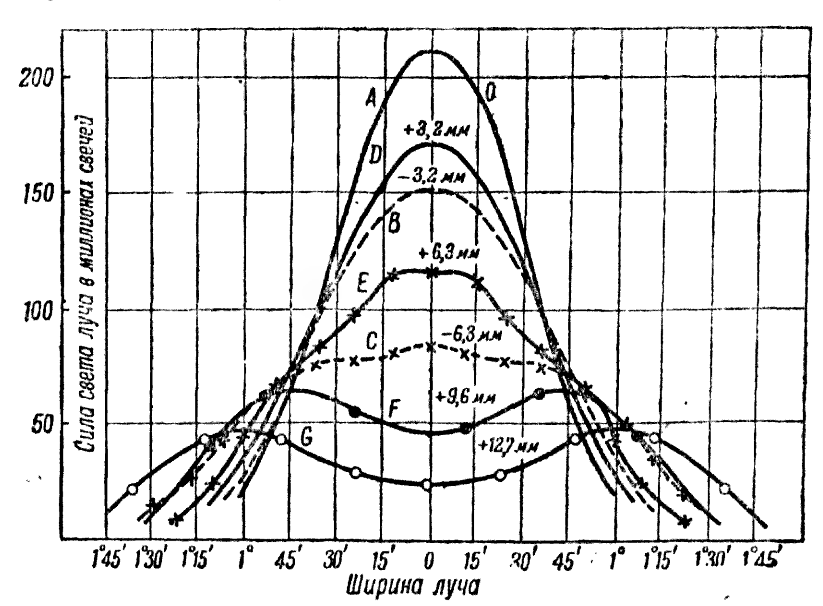


Рис. 19. Изменения кривой распределения силы света в луче прожектора при дефокусировке.

и угловая ширина луча при смещении источника света к отражателю (—) и от отражателя (+). Такие кривые могут быть получены опытным путём, но могут быть также построены и теоретически.

Как указывалось ранее, фокусные расстояния различных элементов и зон отражателя различны, поэтому стоящий перед отражателем источник света для некоторых зон и участков поверхности отражателя всегда выведен из фокуса.

Возникает поэтому вопрос, в фокусе каких же зон следует ставить источник света и для каких зон отражателя можно заранее допустить дефокусировку без существенного снижения силы света прожектора? Ответ на этот вопрос даёт так называемая теория ценности зон параболического отражателя, позволяющая определить действительное или оптимальное фокусное расстояние отражателя.

В различной ценности зон отражателя можно убедиться при построении теоретической кривой распределения силы света; теоретически можно доказать, что зоны отражателя, лежащие ближе к кромке, дают бо́льшую осевую силу света и их кривые распределения силы света более узкие. Другими словами, участие этих зон в перераспределении светового потока источника света, обладающего данной яркостной характеристикой, может характеризоваться некоторыми коэфициентами b_i.

Величина этих **коэфициентов зональной ценности** для одного и того же отражателя будет различна, в зависимости от свойств источника света, а также и от того, оценивается ли прожектор по осевой силе света, по силе света в границах полезного угла рассеяния или по световому потоку.

Существует точка зрения, что коэфициенты ценности зон b_i для прожекторов с неглубоким отражателем и с дугой повышенной яркости следует вычислять по формуле

$$b_i = \frac{(R_2^2 - R_1^2)}{2 \cdot R_{кр}^2} \left(1 + \frac{B_a}{B_{max}}\right) \cdot 100\%, \tag{28}$$

где R_2 и R_1 — соответственно внешний и внутренний радиусы зоны;
$R_{кр}$ — радиус кромки отражателя;
B_α — максимальная яркость кратера под средним углом α зоны;
B_{max} — максимальная яркость кратера при наименьшем угле α.

На рис. 20 приведена кривая зависимости коэфициентов, вычисленных по формуле (28) для 150-см прожектора с дугой повышенной яркости.

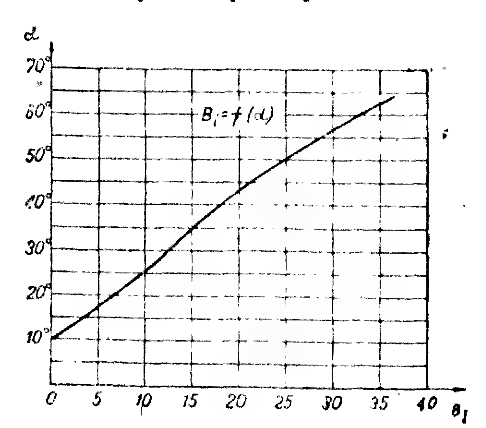


Рис. 20. Кривая коэфициентов ценности зон параболического отражателя.

Зная коэфициенты ценности b_i, можно вычислить действительное фокусное расстояние как сумму произведений фокусных расстояний f_i отдельных зон на коэфициенты ценности b_i этих зон, поделённую на сумму коэфициентов ценности зон для всего отражателя.

Существуют и другие точки зрения относительно способа вычисления коэфициентов зональной ценности и способа определения действительного фокусного расстояния, не получившие ещё широкой известности.

11. Свойства прожектора с рассеивателем

Если на световое отверстие прожектора вместо плоского защитного стекла надеть специальную **рассеивающую раму,** то луч этого прожектора будет обладать другими свойствами, чем луч прожектора без рассеивателя. Рассеивающую раму на световое отверстие прожектора устанавливают в том случае, когда нужно значительно увеличить угол рассеяния прожектора. Например, чтобы приспособить прожектор **для освещения посадочной площадки,** необходимо увеличить угол рассеяния в горизонтальной плоскости; для использования прожектора в качестве **авиамаяка** надо увеличить угол рассеяния в вертикальной плоскости. В практике использования дуговых прожекторов наиболее часто встречаются именно эти два случая, когда необходимо иметь увеличенную угловую ширину луча или в одной горизонтальной или в одной вертикальной плоскости.

Для этого используют рассеивающие рамы, собранные из пластинчатых двояковыпуклых или плосковыпуклых цилиндрических линз. В случае использования прожектора для освещения посадочной площадки линзы устанавливаются вертикально, а при использовании прожектора в качестве маяка — горизонтально.

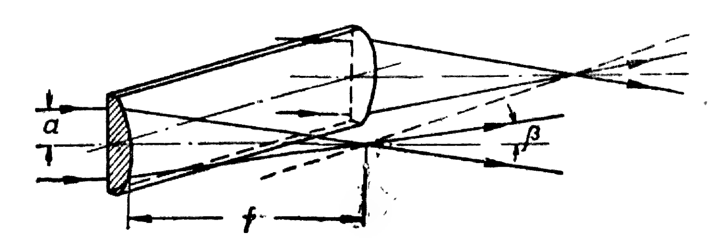


Рис. 21. Линза рассеивателя.

На рис. 21 показана плосковыпуклая линза и объяснено её действие; из рисунка видно, что такая линза увеличит угол рассеяния луча на некоторый угол β_p, равный

$$\beta_p = \frac{57{,}28 \cdot a}{2f}, \qquad (29)$$

где a — ширина линзы;
f — фокусное расстояние линзы.

Световой поток прожектора с рассеивателем меньше светового потока прожектора без рассеивателя, так как рассеиватель поглощает бóльшее количество светового потока, чем защитное стекло. Это объясняется, во-первых, тем, что толщина линз больше толщины защитного стекла, и, во-вторых, тем, что число линз больше числа секторных или сегментных пластин защитного стекла и на линиях соприкосновения линз друг с другом наблюдаются большие потери потока.

Если при помощи рассеивателя увеличивать угол рассеяния луча прожектора только в одной плоскости, то между силой света прожектора с рассеивателем и силой света прожектора без рассеивателя (I_{np}) будет существовать соотношение

$$I_p = \tau \cdot I_{np} \frac{\beta_{пр}}{\beta_p}, \qquad (30)$$

где I_p — сила света прожектора с рассеивателем;
β_p — угловая ширина луча после рассеивателя;
I_{np} и β_{np} — сила света и угловая ширина луча прожектора без рассеивателя;
τ — коэфициент пропускания светового потока рассеивателем.

Иногда для увеличения угловой ширины луча прожектора параболический отражатель разрезают на части и отдельные его куски сдвигают друг относительно друга так, чтобы оси поворота всех кусков проходили через точку фокуса. В этом случае сила света в каждом пучке будет во столько раз меньше силы света прожектора, во сколько раз площадь светового отверстия отдельного куска меньше площади светового отверстия прожектора. На этом принципе основано устройство некоторых многолучевых прожекторов, при помощи которых можно получать фигурные световые пятна.

ГЛАВА IV

ПРАКТИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ВИДИМОСТИ ЦЕЛЕЙ В ЛУЧЕ ПРОЖЕКТОРА

12. От чего зависит дальность видимости целей

При освещении цели прожектором видимость этой цели принципиально зависит от свойств прожектора и цели, от свойств и состояния наблюдателя, от свойств атмосферы, разделяющей наблюдателя от цели и прожектора, и от взаимного расположения прожектора, цели и наблюдателя.

До настоящего времени нет такой теории, на основании которой можно было бы точно рассчитать дальность видимости целей в луче прожектора с учётом всех факторов, которые действуют в этом случае. Все существующие теории дают лишь приближенный расчёт, пренебрегая некоторыми факторами и устанавливая зависимость между важнейшими из них.

Рассмотрим, от каких свойств прожектора, цели и наблюдателя зависит дальность видимости целей и на основании какой теории можно решить этот вопрос. Касаясь свойств прожектора, следует заметить, что дальность видимости цели будет тем больше, чем больше будет сила света прожектора. Очевидно, что при большей силе света прожектора освещённость цели и её яркость будут больше при всех прочих равных условиях, цель при большей яркости будет лучше видна и скорее замечена наблюдателем. Оказывается, что на дальность видимости цели влияет не только величина максимальной силы света прожектора вдоль оптической оси отражателя, но и характер распределения силы света в луче прожектора. В самом деле, если цель будет находиться в центральной части луча, то на нее будет действовать максимальная сила света прожектора; если же цель будет находиться ближе к той или иной кромке луча, то сила света в направлении на цель будет меньше, освещённость и яркость цели также будут меньше, а видимость её будет хуже. Следовательно, *дальность видимости цели зависит от того, какой частью луча освещается цель и каков характер распределения силы света в луче прожектора*, т. е. насколько цель удалена от оси луча и насколько сила света прожектора по этому направлению меньше осевой силы света прожектора.

Существенное влияние на дальность видимости цели в луче прожектора может оказать спектральный состав световой энергии в луче. Если представить себе, что луч прожектора

имеет некоторую окраску в результате преобладающего в нём количества лучистой энергии определённых длин волн, то окажется, что, во-первых, цель можно было бы легко замаскировать, давая ей окраску, которая поглощала бы эту лучистую энергию; во-вторых, благодаря определенной спектральной чувствительности человеческого глаза цель в цветном луче была бы видна хуже, чем в луче, не имеющем окраски. Вот почему выгоднее всего иметь у прожектора «белый луч», т. е. луч, содержащий световую энергию всех длин волн. Это значит, что надо иметь источник света с такой спектральной характеристикой излучения, которая мало бы отличалась от спектральной характеристики излучения солнца (этому условию достаточно хорошо удовлетворяет такой источник света, как дуга повышенной яркости). Кроме того, необходимо, чтобы оптика прожектора, перераспределяя световой поток источника света, не изменяла бы значительно спектральный состав отраженной световой энергии (этим условиям хорошо удовлетворяет стеклянный отражатель, покрытый серебряным отражающим слоем).

Дальность видимости цели в луче прожектора зависит от некоторых свойств цели. Рассмотрим эту зависимость.

Очевидно, что цель будет видна с больших расстояний, если она в направлении к наблюдателю будет отражать большее количество той световой энергии, которая на неё падает. Следовательно, *видимость цели зависит от общей величины коэфициента отражения света целью и характера отражения падающего в данном случае на цель светового потока.*

Может получиться так, что при данном угле падения света на цель и при данном угле наблюдения цели условия видимости будут наименее или наиболее благоприятны. Например, световой поток падает на плоскость цели под таким углом, что после отражения в направлении к наблюдателю распространяется весьма малое количество светового потока. Таким образом, *дальность видимости цели зависит от коэфициента отражения света целью и от её окраски, от угла падения света на цель и от угла наблюдения данной цели.*

Существенное влияние на дальность видимости цели оказывают такие свойства цели, как форма её и величина: цель, большая по размерам, может быть видна дальше, цель, имеющая правильные геометрические формы и резко очерченная, более заметна для глаза, чем цель с неправильными контурами и не имеющая резкого очертания.

Цель, обладающая большой скоростью, труднее может быть обнаружена в луче прожектора наблюдателем, так как время восприятия цели может быть очень малым и она успеет покинуть зону освещения.

Дальность видимости цели в луче прожектора зависит от свойств и состояния зрительного аппарата наблюдателя. Известно, что острота зрения нормального глаза человека равна одной минуте, т. е. человек может раздельно видеть две контурные линии, если угловое расстояние между ними больше одной минуты. Если цель нахо-

дится очень далеко или она достаточно мала и угол между основными контурными линиями цели меньше одной минуты — цель не будет замечена наблюдателем. Вообще, цель более заметна даже и в том случае, когда она имеет меньшую освещённость или яркость, но её угловые размеры достаточно велики. На основании этого соображения пользуются оптическими приборами для наблюдения целей. Бинокль, например, вследствие поглощения светового потока в линзах, уменьшает яркость изображения цели на сетчатой оболочке глаза наблюдателя, однако видимые угловые размеры цели бинокль увеличивает и тем самым создаёт более благоприятные условия для обнаружения и распознавания цели в луче прожектора. Стремятся выбирать такие бинокли, которые яркость изображения цели уменьшали бы возможно меньше, а угловые размеры её увеличивали бы больше. Такими биноклями являются так называемые **ночные бинокли** прямого зрения.

На дальность видимости цели влияет также адаптация[1] наблюдателя. Если наблюдатель адаптирован на темноту или на весьма малые яркости, то он может заметить цель, обладающую также малой яркостью. Если же наблюдатель адаптирован на значительные яркости, созданные рассеянным световым потоком, выходящим из прожектора вне границ основного луча, то такой наблюдатель не сможет обнаружить цель, которая обладает яркостью, меньшей, чем яркость поля адаптации, так как его чувствительность к зрительному восприятию слабо освещённых предметов понижена.

Известно, что видимость предметов на некотором фоне обусловлена контрастной чувствительностью человеческого органа зрения. Поэтому необходимым условием для видимости целей является определённое соотношение между яркостью цели $B_ц$ и яркостью фона $B_ф$, на котором цель рассматривается. Оказывается, что при других мало благоприятных условиях видимости человек всё же может заметить предмет, если яркостный контраст будет равен

$$K = \frac{(B_ц - B_ф)\cdot 100\%}{B_ф} = 5\%. \qquad (31)$$

Чем больше будет яркостный контраст K, тем более благоприятны будут условия для обнаружения и распознавания цели в луче прожектора.

Вообще прожектористы-наблюдатели должны обладать хорошим зрением, легко приспосабливающимся к резким переходам от одних яркостных условий наблюдения к другим, хорошей остротой зрения и хорошей различительной (контрастной) чувствительностью глаз. Следует заметить, что дальность видимости цели зависит также от степени утомлённости наблюдателя, от его физического и морального состояния и различных других субъективных факторов, которые могут влиять на чувствительность его зрительного аппарата в данный момент.

Слои атмосферы, отделяющие цель от прожектора и цель от наблюдателя, содержат в своём составе огромное количество частиц, рассеи-

[1] Адаптация — приспосабливание глаза к различным степеням светового раздражения.

вающих световой поток и поглощающих его. Если взять отдельно слой единичной толщины, то можно говорить о каком-то коэфициенте поглощения светового потока в этом слое, в некотором единичном объёме среды, пронизываемой световым потоком, падающим на цель, можно говорить об определённом рассеянии светового потока частицами, находящимися в этом объёме.

Вполне понятно, что если цель находится на очень большом расстоянии от прожектора и от наблюдателя, то в силу значительного поглощения и рассеяния светового потока в массе единичных слоёв цель будет обладать очень малой кажущейся яркостью и может быть просто не замечена наблюдателем, так как не вызовет должного раздражения его зрительного аппарата. Когда слои атмосферы, отделяющие цель от прожектора, содержат большое количество частиц, рассеивающих световой поток по различным направлениям, яркость луча прожектора, наблюдаемая со стороны, увеличивается, а яркость цели, освещённой лучом, уменьшается. Поэтому в пасмурную или туманную погоду луч прожектора выглядит более ярким, но видимость целей в луче сравнительно низка.

Весьма существенное влияние на видимость цели оказывает взаимное расположение прожектора, цели и наблюдателя.

1) Если наблюдатель будет находиться в непосредственной близости от прожектора, то условия наблюдения будут менее благоприятны. Это объясняется тем, что зрительный аппарат наблюдателя будет адаптирован на некоторые освещённости, полученные от рассеянного светового потока, выходящего от источника света через защитное стекло непосредственно, а также от рассеянного светового потока на кромках луча, который появляется потому, что источник света в действительности не представляет собой шар или диск, а имеет неправильную форму, и ещё потому, что отражатель даёт многократные отражения и имеет некоторую аберрационную погрешность.

2) Если наблюдатель будет просматривать большую толщу прожекторного луча, наблюдая за целью, то он будет видеть цель на более ярком фоне, так как яркость фона создаётся у зенитных прожекторов исключительно за счёт светового потока, рассеянного частицами атмосферы. При одной и той же яркости цели и большей яркости фона контрастность между целью и фоном по формуле (31) будет меньше и цель будет видна хуже.

3) Если наблюдатель будет рассматривать цель, находясь под лучом прожектора, то он будет в менее благоприятных условиях для наблюдения по сравнению с тем, если бы он находился на некотором боковом удалении от луча. Это объясняется тем обстоятельством, что рассеянный световой поток в нижней части луча достаточно велик и мешает видимости цели.

Всегда надо стремиться удалять наблюдателя на некоторое расстояние от прожектора.

В заключение следует заметить, что дальность видимости целей в луче прожектора зависит от весьма большого количества факторов и их взаимодействия. Трудность решения вопроса заключается в том, что, пользуясь несовершенными расчётными формулами,

не удаётся определить дальность видимости той или иной цели в луче прожектора при произвольно выбранных состояниях атмосферы, свойствах цели и фона, положениях наблюдателя относительно прожектора и освещаемого объекта и прочих изменяющихся условиях. Все теории дают приближенное решение, и только практика может вносить свои необходимые поправки.

13. Практические способы измерения прозрачности атмосферы

Как было уже сказано, слои атмосферы, пронизываемые световым потоком прожектора, поглощают и рассеивают этот поток, влияя тем самым на дальность видимости цели. Вследствие поглощения в среде световой поток Φ_L, пройдя через L слоёв этой среды, становится меньше светового потока, вошедшего в среду Φ_ω, и находится с ним в таком соотношении:

$$\Phi_L = t^L \cdot \Phi_\omega, \qquad (32)$$

где t — коэфициент прозрачности атмосферы при единичной толщине её слоя (например, для слоя толщиной 1 км).

Коэфициент t входит во все расчётные формулы, дающие возможность определить дальность видимости целей в луче прожектора или дальность видимости светового сигнала, передаваемого прожектором. Поэтому нередко является целесообразным практически измерить коэфциент t, и только после этого судить о дальности видимости целей.

Существуют различные способы измерения коэфициента прозрачности атмосферы, но лишь некоторые из них пригодны для практического применения в прожекторных частях и подразделениях, так как многие из этих способов требуют применения сложной аппаратуры.

К наиболее простым способам относится способ Вигонда, прибор которого несложен и даёт возможность сравнительно легко им пользоваться.

Прибор Вигонда устроен следующим образом. В круглом дискообразном корпусе прибора помещается круглое стекло-фильтр, которое может вращаться вместе со своей оправой; на периферической зоне этого стекла нанесен желатиновый слой различной плотности так, что имеется некоторый участок, где плотность желатинового слоя ничтожно мала и стекло совершенно прозрачно. По мере удаления от этого участка по окружности плотность желатинового слоя постепенно увеличивается и прозрачность стекла уменьшается; наконец, на некотором участке, по окружности кольца, плотность слоя настолько велика, что стекло почти непрозрачно. Таким образом, это стекло представляет собой кольцевой фотометрический клин.

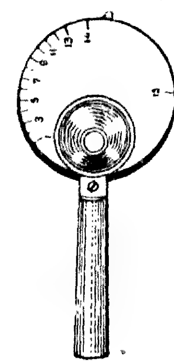


Рис. 22. Прибор Вигонда для измерения прозрачности воздуха.

При вращении оправы со стеклом против глазка в корпусе прибора (рис. 22) будут устанавливаться различные участки фотометрического клина; наблюдая через глазок, можно к поглощению атмосферы на некотором участке добавлять поглощение фотометрического клина так, чтобы полное поглощение было равно единице и, например, видимость некоторого удаленного источника света через глазок прекратилась.

Градуировка клина прибора Вигонда должна производиться примерно в таких же условиях, в каких он будет работать, но не так, как она произведена ранее по описанию в прилагаемой к прибору инструкции. Для градуировки необходимо взять малое отверстие, перекрытое молочным стеклом, и с одной стороны от этого стекла установить небольшую лампочку накаливания так, чтобы её можно было удалять от молочного стекла и тем самым изменять яркость отверстия. С другой стороны от молочного стекла должен встать наблюдатель, который, беря нейтральные фильтры с известным коэфициентом пропускания и наблюдая через них отверстие, должен перемещением лампочки добиться исчезновения видимости светящегося отверстия при

наблюдении через фильтр. Затем вместо нейтрального фильтра наблюдатель должен взять прибор Вигонда и установить против глазка прибора такой участок фотометрического клина, при котором видимость светящегося отверстия снова бы прекратилась. Очевидно, что коэфициент пропускания этого участка клина будет равен коэфициенту пропускания взятого вначале нейтрального фильтра. Таким образом, располагая несколькими нейтральными фильтрами, можно проградуировать прибор, т. е. определить коэфициенты пропускания различных участков кольцевого клина и, согласовав их с делениями, нанесёнными на приборе, получить кривую градуировки прибора.

При измерении коэфициента прозрачности атмосферы прибором Вигонда следует поступать так. Установить некоторый источник света на расстоянии 0,5 км от наблюдателя, вооруженного прибором. Наблюдатель, рассматривая источник света в глазок прибора, вращением фотометрического клина должен добиться исчезновения видимости источника света, т. е. в этом случае пороговая освещённость на зрачке глаза наблюдателя будет

$$E_{пор} = \frac{I}{L_1^2} \cdot t^{L_1} \cdot t'_{ф}, \tag{33}$$

где I — сила света источника в направлении на наблюдателя;
L_1 — расстояние между источником света и наблюдателем, равное 0,5 км;
t — коэфициент прозрачности атмосферы;
$t_ф'$ — коэфициент прозрачности участка фотометрического клина.

Затем источник света необходимо удалить от наблюдателя на новое расстояние L_2 = 1,5 км и проделать то же самое, погасив видимость источника путём дополнения поглощения атмосферы поглощением определённого участка фотометрического клина. Новое выражение для пороговой освещённости будет таким:

$$E_{пор} = \frac{I}{L_2^2} \cdot t^{L_2} \cdot t''_{ф}, \tag{34}$$

где L_2 — расстояние между источником света и наблюдателем, равное 1,5 км;
$t_ф''$ — новый коэфициент прозрачности нового участка фотометрического клина.

Очевидно, значения пороговой освещённости, при которой источник света перестаёт быть видимым для одного и того же наблюдателя, как в первом, так и во втором случае будут одинаковы. На этом основании можно определить коэфициент прозрачности t, решив совместно равенства (33) и (34):

$$t^{(L_2-L_1)} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2 \cdot \frac{t'_{ф}}{t''_{ф}}. \tag{35}$$

При L_1 = 0,5 км и L_2 = 1,5 км получаем

$$t = 9\,\frac{t'_{ф}}{t''_{ф}}. \tag{36}$$

Коэфициенты прозрачности участков клина, при первом измерении ($t_ф'$) и при втором измерении ($t_ф''$), необходимо взять по кривой градуировки прибора против соответствующих отсчётов по шкале прибора в первом и во втором случае.

При фотометрировании прожектора телефотометром коэфициент прозрачности атмосферы можно измерить следующим образом. На расстояниях 0,5 и 1,5 км от телефотометра установить щит, освещённый при помощи некоторого осветительного прибора. Визируя телефотометр на щит, измерить яркость изображения щита как в первом, так и во втором случае. Яркость щита во втором случае будет уменьшена вследствие наличия поглощения светового потока в толще среды в 1 км, поэтому получатся различные отсчёты r_1 и r_2 по шкале телефотометра. Сравнивая яркости изображения щита, имеем:

$$B_1 = B_2 = c\,\frac{\rho}{\pi \cdot r_1^2} = \frac{1}{t}\,c\,\frac{\rho}{\pi \cdot r_2^2}, \tag{37}$$

где c — постоянная телефотометра;
ρ — коэфициент отражения щита.

Из уравнения (37) можно определить коэфициент прозрачности

$$t = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2. \qquad (38)$$

Существует много других способов измерения коэфициента прозрачности атмосферы, но все они применяются лишь при наличии специальной аппаратуры, а потому широкого распространения в практике исследовательской работы с прожекторами не получили и здесь не рассматриваются.

Измерение коэфициента прозрачности атмосферы следует производить не только при сравнительных испытаниях прожекторов или при опытах с прожекторами по выяснению вопросов, касающихся видимости целей, но и перед практической работой прожектора, так как это даёт определённые основания для суждения о возможной дальности видимости в данных условиях.

14. Номограммы для определения дальности видимости целей

Наибольшее распространение на практике имеет теория видимости целей в луче прожектора, разработанная А. Блонделем и Ж. Реем. Эта теория, достаточно простая и удобная в своём практическом применении, обладает, однако, существенными недостатками из-за приближенного решения проблемы и необходимости постоянно её исправлять новыми опытными данными. Более подробно о недостатках и неточности этой теории будет сказано ниже.

Сущность этой теории состоит в следующем. Освещённость изображения цели на сетчатой оболочке глаза наблюдателя А. Блондель определяет так:

$$E_0 = \frac{I_{пр}}{L_1^2} t^{(L_1 + L_2)} j, \qquad (39)$$

где: L_1 — удаление цели от прожектора;
L_2 — удаление цели от наблюдателя;
t — коэфициент прозрачности атмосферы;
j — коэфициент, выражающий влияние многих факторов, определяющих видимость цели, но не учтенных в формуле (39); коэфициент j меньше единицы.

Ж. Рей переносит коэфициент в левую часть равенства (39) и рассматривает отношение $\frac{E_0}{j} = E_0'$ как некоторую **«эквивалентную освещённость»**, которую должна получить сетчатка глаза для того, чтобы цель была видна наблюдателю. Величину же $\frac{I_{пр}}{10^6} = E_п$ Рей рассматривает как некоторую **действующую освещенность**, которая получается на расстоянии 1 км от прожектора при абсолютно прозрачной атмосфере, или эта величина представляет собой силу света прожектора, выраженную в миллионах свечей. Таким образом, Рей приводит формулу (39) к такому виду:

$$E_0' = \frac{E_п}{L_1^2} t^{(L_1 + L_2)}. \qquad (40)$$

В этой формуле значения L_1 и L_2 взяты в километрах.

Практически возможны два случая:

1) когда наблюдатель находится на том же удалении от цели, что и прожектор, т. е. когда он расположен на незначительном удалении от прожектора и когда разностью между дальностью L_1 и L_2 можно пренебречь, считая $L_1 = L_2$;

2) когда L_1 не равно L_2 и разностью между ними пренебречь нельзя.

Для первого случая формула (40) перепишется так:

$$E'_0 = \frac{E_п}{L_1^2} t^{2L_1}. \qquad (41)$$

Для удобства решения задач по определению дальности видимости целей в лучах прожекторов Рей на основании формулы (41) построил номограмму, представленную на рис. 23. Эта номограмма строится на основании следующего. Если прологарифмировать обе части уравнения (41), то получится

$$\lg\left(\frac{E'_0}{E_п}\right) = 2L_1 \lg t - 2\lg L_1. \qquad (42)$$

Обозначив $\lg \frac{E'_0}{E_п}$ через y, а $\lg t$ через x, получим уравнение первой степени:

$$y = 2L_1 \cdot x - 2\lg L_1. \qquad (43)$$

В этом уравнении y и x отрицательны, так как $\frac{E'_0}{E_n}$ и t меньше единицы, а логарифмы чисел, меньших, чем единица, отрицательны. Поэтому номограмма (рис. 23) и расположена в третьем квадранте системы координат. Чтобы при решении задач не определять сначала y и x и не переходить затем к определению $\frac{E'_0}{E_п}$ и t путем логарифмирования y и x, номограмма построена в логарифмической сетке, причём для величин t взята одна логарифмическая единица (так как t меняется от 0 до 1), а для отношения $\frac{E'_0}{E_п}$ взято несколько логарифмических единиц (так как диапазон изменения этого отношения может быть довольно широким).

Пользуясь этой номограммой Рея, можно решать задачи на определение любой из величин, входящих в формулу (41), если известны три другие величины.

Важнее всего то обстоятельство, что, пользуясь номограммой и опытными данными о дальности видимости той или иной цели в луче прожектора с силой света $I_{пр}$ (или в миллионах свечей), равной действующей освещенности $E_п$, при определённом коэфициенте прозрачности атмосферы t, можно определить значение эквивалентной освещённости E'_0. Найденные таким образом значения E'_0 сводятся в таблицы, чтобы потом, при действии другими прожекторами, при других условиях прозрачности, но по той же цели можно было определить новое значение дальности видимости L_1. В самом деле, если известны величины L_1, $E_п$ и t, то значение эквивалентной освещённости можно

определить по номограмме следующим образом. Сначала выбрать определённую прямую линию, которая отвечает полученному значению L_1, затем на этой линии отметить точку, соответствующую заданному значению коэфициента прозрачности t, и, наконец, провести из этой точки линию, перпендикулярную оси y или оси, на которой отложены значения E_0'; таким образом получается искомая величина отношения $\frac{E_0'}{E_п} = e$. Зная величину e, легко найти эквивалентную освещённость, выражаемую как $E_0' = e \cdot E_п$. Значения эквивалентной освещённости для определённых целей, найденные по номограмме Рея на основании известных величин L_1, $E_п$ и t, сводятся в таблицу, аналогичную таблице 2.

Таблица 2

Объекты освещения	Эквивалентная освещённость для обнаружения цели, в люксах		Эквивалентная освещённость для распознавания деталей, в люксах	
	при пользовании биноклем	невооружённым глазом	при пользовании биноклем	невооруженным глазом
Группа пехоты на тёмном фоне	3,5	6,0	—	—
Отряд пехоты в тёмном обмундировании	1,80	—	—	—
Отряд кавалерии на тёмном фоне	1,4	—	—	—
Отряд пехоты на снежном фоне	—	1,5	—	—
Большие массы пехоты на светлом фоне (снег)	—	1,0	—	—
Укрепления (форты) на светлом фоне . .	0,24	—	0,45	—
Светлоокрашенные строения	—	—	0,20	0,34
Светлосерые церкви	—	—	0,23	—
Деревни, мосты, дороги	0,27	0,37	0,50	-
Современный большой корабль	0,23	—	—	—
Эскадренный миноносец	0,70	—	1,0	—
Парусное судно с тёмными парусами . .	0,60	—	—	—
Красный буй	1,0	—	—	—
Чёрный буй	4,8	—	—	—
Рубка подводной лодки	5,0	—	—	—
Самолёт с защитной окраской	1,5	2,0	—	—
Самолёт светлоокрашенный	0,95	1,5	—	—
Цеппелин	0,45	0,75	—	—

Пользуясь номограммой и выбирая E_0' из таблицы, на основании того, что наименование цели и некоторые её свойства нам известны, можно определить дальность видимости цели в луче прожектора с известной силой света, выраженной в миллионах свечей, при известном коэфициенте прозрачности атмосферы.

Для решения этой задачи надо сначала вычислить величину отношения e, затем отметить её значение на оси y и провести горизонталь, перпендикулярную оси y влево, до пересечения с вертикалью, соответствующей заданному значению коэфициента прозрачности. Точка пересечения этих прямых будет находиться или на одной из

прямых линий, соответствующих определённой величине L_1, или между двумя такими прямыми. Величину L_1 определяют, читая значение L_2 против соответствующей прямой или беря некоторое значение L_1 между двумя прямыми, сообразуясь с тем, к какой прямой ближе окажется точка пересечения горизонтали с вертикальной линией.

По номограмме можно также найти значение той силы света прожектора, которая необходима для того, чтобы та или иная цель при определённых условиях прозрачности атмосферы была бы видна наблюдателю на некотором расстоянии. В этом случае, пользуясь известной величиной L_1, выбирают прямую дальности и отмечают на ней точку, соответствующую заданному значению прозрачности атмосферы. Затем из этой точки опускают перпендикуляр на ось отношения $\frac{E'_o}{E_п} = e$ и находят величину этого отношения, а по нему определяют $E_п = \frac{E'_o}{e}$ и силу света прожектора как произведение $E_п \cdot 10^6$.

По номограмме можно также определить, при каких условиях прозрачности та или иная цель будет видна наблюдателю в луче данного прожектора на определённой дальности L. Для этого, зная свойства прожектора и цели, сначала вычисляют отношение e, затем от точки, отвечающей значению полученного отношения e на оси этого отношения, проводят горизонталь до пересечения с прямой заданной дальности, и из этой точки пересечения «поднимаются» вверх к оси коэфициента прозрачности и читают искомое значение t.

В том случае, когда расстояние от прожектора до цели не равно расстоянию от наблюдателя до цели и в формуле (40) нельзя брать t^{2L_1}, а нужно брать $t^{L_1+L_2}$, номограмма Рея на рис. 23 непригодна.

Для случаев, когда наблюдатель располагается впереди прожектора, Рей предложил другую номограмму (рис. 24), выполненную по методу выравненных точек. В этой номограмме прямые дальности пересекаются семейством кривых особого коэфициента k, который характеризует относительное расположение наблюдателя и определяется так:

$$k = \frac{L_2}{L_1} = \frac{\text{дальность наблюдения}}{\text{дальность освещения}}.$$

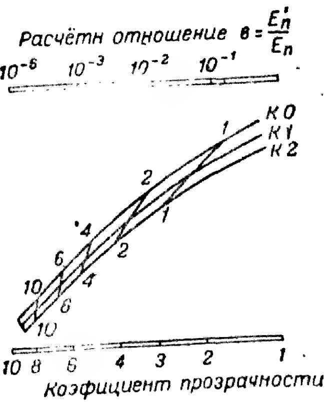


Рис. 24. Номограмма № 2 Рея.

Пользование этой номограммой хотя и несложно, но для получения необходимой точности требуется, чтобы номограмма была довольно больших размеров; это является крупным недостатком номограммы и поэтому она не получила распространения.

Практически оказалось более удобным, наряду со значением эквивалентной освещённости, выработать некоторое значение **эквивалентной прозрачности атмосферы** для двух различных расстояний L_1 и L_2. С помощью этой новой величины можно все задачи на опреде-

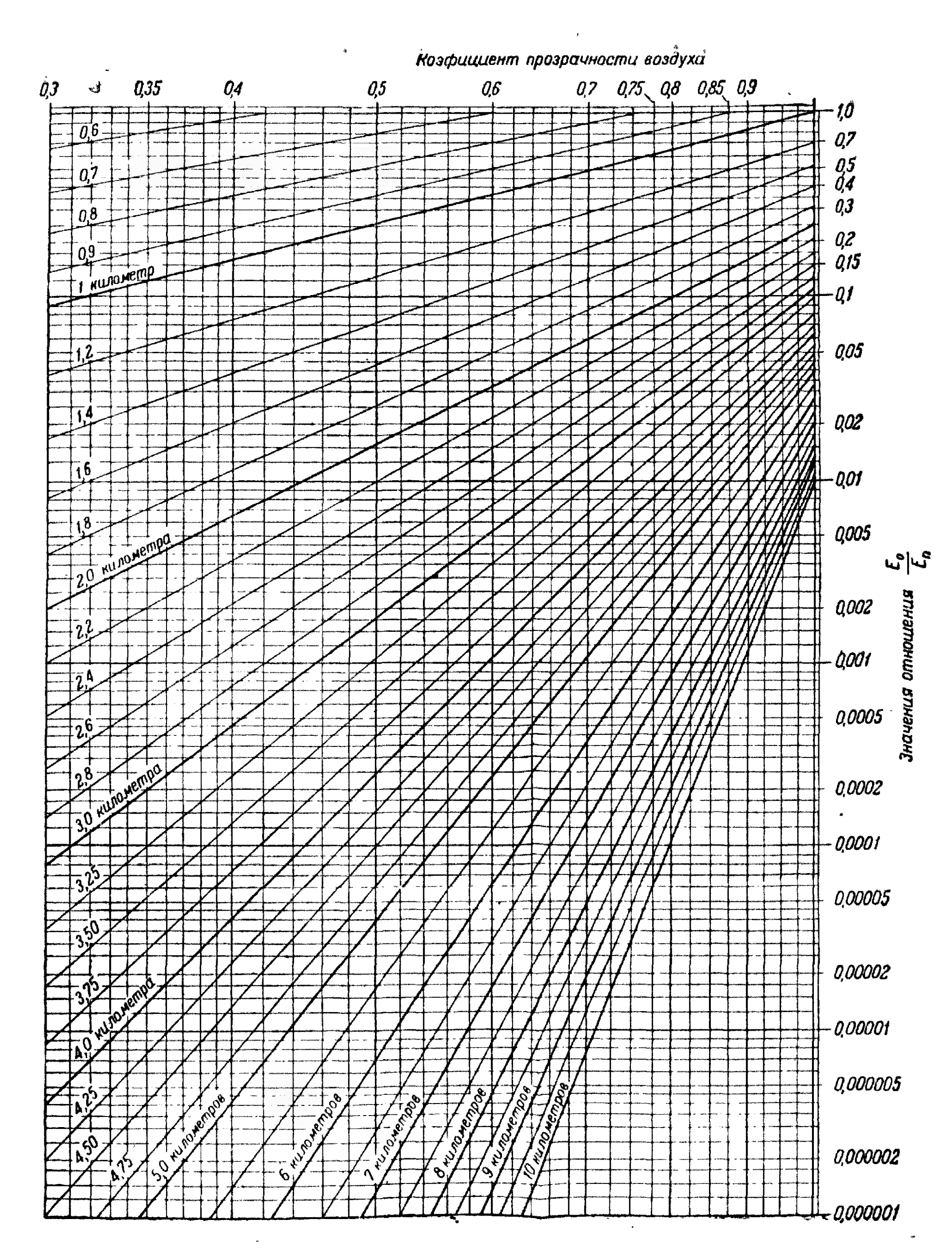


Рис. 23. Номограмма № 1 Рея.

пустая страница

ление величин, входящих в формулу (40), решать по первой, более простой, номограмме Рея на рис. 23.

Принцип введения эквивалентной прозрачности был предложен Батифулье; для определения этой величины он же предложил номограмму, которая строится на основании следующих соображений.

В случае раздельного расположения прожектора и наблюдателя исходное выражение Блонделя и Рея представится так:

$$e = \frac{E_0'}{E_n} = \frac{t^{L_1 + L_2}}{L_1^2}. \qquad (44)$$

Так как $\frac{L_2}{L_1} = k$, то $L_2 = k \cdot L_1$, и формулу (44) можно переписать по-другому:

$$e = \frac{t^{(1+k)L_1}}{L_1^2}. \qquad (45)$$

Пусть то же значение расчётного отношения e при некоторой другой прозрачности t_1, называемой эквивалентной прозрачностью, отвечает совместному расположению прожектора и наблюдателя при дальности L_1. Тогда имеем:

$$e = \frac{t_1^{2L_1}}{L_1^2} = \frac{t^{(1+k)L_1}}{L_1^2}, \qquad (46)$$

откуда

$$t_1 = t^{\frac{1}{2}(1+k)}. \qquad (47)$$

Логарифмируя равенство (47), получаем

$$\lg t_1 = \frac{1}{2}(1+k)\lg t = \frac{1}{2}\lg t + k \cdot \lg t. \qquad (48)$$

Уравнение (47) можно представить в виде номограммы; здесь t_1 — искомая величина, k — независимая переменная и t — параметр. Обозначая $y = \lg t_1$ и $x = k$ и принимая $\frac{1}{2}\lg t = B$ за параметр, получаем

$$y = B + x \cdot B_a. \qquad (49)$$

Это есть уравнение прямой линии в полулогарифмической сетке; так как $t < 1$, то $\lg t < 0$, а следовательно и $B < 0$; все прямые могут быть расположены в четвертом квадранте.

Задаваясь различными значениями параметра t, получим семейство прямых, образующих номограмму Батифулье (рис. 25). Итак, при раздельном расположении прожектора и наблюдателя можно задачи на определение всех величин, входящих в формулу (40), решать при совместном использовании номограммы Батифулье и номограммы Рея. По номограмме Батифулье можно находить значение эквивалентной прозрачности при заданном значении прозрачности t и известных расстояниях L_1 и L_2 или величине их отношения $\frac{L_2}{L_1} = k$.

Эквивалентную прозрачность определяют следующим образом. Берут вертикальную прямую, соответствующую определённому зна-

чению k, и по ней «опускаются» вниз до наклонной прямой, отвечающей заданному значению; из точки пересечения вертикали с наклонной прямой проводят горизонтальную линию, перпендикулярную оси t_1, и на этой оси читают искомое значение t_1. Зная величину эквивалентной прозрачности, можно для определения других величин пользоваться первой номограммой Рея (см. рис. 23).

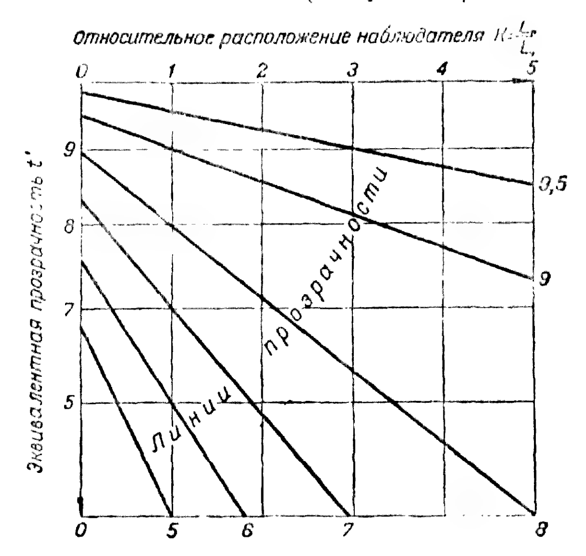


Рис. 25. Номограмма Батифулье.

Наиболее удобно все задачи, связанные с дальностью видимости цели в луче прожектора, можно, основываясь на принципах теории Блонделя—Рея, решать посредством комбинированной номограммы проф. В. В. Новикова. Эта номограмма состоит из трёх связанных между собой номограмм, расположенных в трёх квадрантах (рис. 26). Сама номограмма дана в приложении 3.

В правом верхнем квадранте № 2 расположена номограмма Рея, причём оси ориентированы так, что по вертикальной оси в логарифмическом масштабе отложены значения коэфициента прозрачности атмосферы t, а по горизонтальной оси — значения расчётного отношения e, тоже в логарифмическом масштабе.

В левом верхнем квадранте № 3 расположена номограмма Батифулье, причём по оси ординат (вертикаль) отложены значения коэфициента эквивалентной прозрачности в том же масштабе, как в квадранте Рея № 2; по оси абсцисс (горизонталь) отложены значения коэфициента $k = \frac{L_2}{L_1}$, указывающего позиции наблюдателя.

В правом нижнем квадранте № 1 расположена номограмма В. В. Новикова, которая устанавливает зависимость между значением расчетного отношения $e = \frac{E'_0}{E_п}$, величиной эквивалентной освещённости E'_0

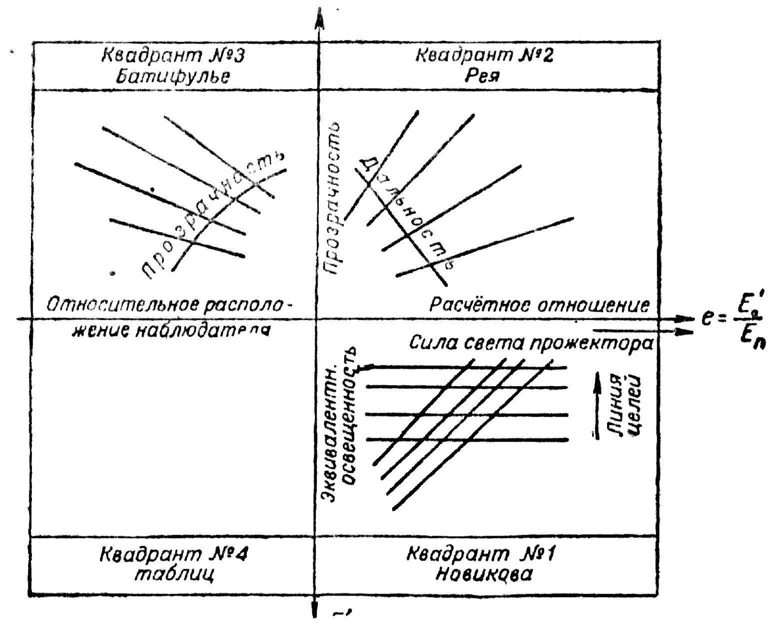


Рис. 26. Комбинированная номограмма проф. В. В. Новикова.

и силой света имеющихся прожекторов. Значения расчётного отношения e нанесены по оси абсцисс так же, как это сделано в квадранте Рея. Значения эквивалентной освещённости нанесены по оси ординат, причём, учитывая диапазон установленных значений E_0' от 0,2 до 6 люкс, — взяты две логарифмические единицы. Из соотношения $e = \frac{E_0'}{E_п}$ следует, что $E_0' = e \cdot E_п$; после логарифмирования получаем

$$\lg E_0' = \lg e + \lg E_п. \quad (50)$$

Это уравнение аналогично уравнению $y = b + x$, т. е. в логарифмической сетке оно означает уравнение прямой, имеющей наклон соответственно графическому углу 45° и расположенной сообразно постоянной $b = \lg E_п$. Так как каждому типу прожектора соответствует определённая сила света, а следовательно, и определённое значение $E_п = I \cdot 10^{-6}$, то для каждого прожектора может быть прочерчена определённая прямая, отвечающая значениям силы света прожектора. Всего в квадранте № 1 прочерчено 16 наклонных линий, отвечающих значениям силы света наиболее часто встречающихся прожекторов.

По верхней рамке квадранта нанесена шкала для отсчёта максимальной силы света прожекторов I_{max}, что даёт возможность при решении задач оперировать непосредственно и с этой величиной.

В целях облегчения пользования номограммой в полевой обстановке, кроме основной масштабной сетки, для значений E_0' проведено

16 горизонтальных линий, отвечающих значениям эквивалентной освещённости основных целей. На полях квадранта против каждой такой линии поставлен условный знак, отвечающий условным знакам в справочной таблице, помещенной в четвёртом квадранте.

Четвёртый квадрант использован для помещения двух справочных таблиц. В одной таблице приводятся данные наиболее часто встречающихся прожекторов, причём каждый прожектор имеет номер, под которым обозначена его линия в квадранте № 1 Новикова. В другой таблице приведены значения эквивалентной освещённости для основных целей, причём каждая цель имеет условный знак, под которым обозначена горизонталь в квадранте № 1.

Задачи, решаемые при помощи номограммы, могут быть разделены на две группы. Первая группа задач характеризуется условием, что $L_1 = L_2$, т. е. наблюдатель находится около прожектора; это те задачи, которые решаются при помощи первой номограммы Рея; решение их было разобрано ранее. Вторая группа задач характеризуется условием, что $L_1 \gtrless L_2$, т. е. удаление цели от прожектора не равно удалению наблюдателя от цели; это те задачи, которые решаются при помощи второй номограммы Рея (см. рис. 24) и при совместном использовании номограммы Батифулье и первой номограммы Рея.

Наличие первого квадранта с нанесенными там линиями и масштабом для силы света прожекторов упрощает технику вычисления и даёт результат более быстро, чем при пользовании другими номограммами. Пользование комбинированной номограммой поясняется на девяти примерах, решение которых приводится внизу под номограммой, данной в приложении 3.

Необходимо заметить, что номограмма для решения задач пригодна только при условии, что наблюдатель расположен у прожектора или же смещён вдоль луча прожектора (вперед или назад). Однако при боковом смещении наблюдателя дальность видимости цели повышается. Происходит это потому, что, как видно из уравнения (31), контрастные условия наблюдения улучшаются, ибо яркость фона уменьшается, а яркость цели остаётся неизменной. Уменьшение видимой яркости фона объясняется тем, что наблюдатель смотрит на цель через меньшую толщу луча и в его направлении рассеивает световой поток меньшая толща среды с меньшим количеством частиц. Кроме того, при боковом смещении наблюдателя дальность видимости цели увеличивается ещё и потому, что наблюдатель, удаленный от прожектора, оказывается адаптированным на меньшие освещённости, так как он не подвергается такому сильному воздействию рассеянного светового потока на кромках луча и светового потока, выходящего из прожектора вне границ основного луча, поэтому чувствительность зрительного аппарата наблюдателя, удаленного от прожектора, повышена.

Вообще, при методе Блонделя — Рея не учитываются переменные свойства цели, влияние рассеяния света частицами атмосферы и наложения на основную яркость цели рассеянных яркостей; не учитывается также влияние фона и его яркости, расположение цели в луче прожектора, переменные свойства глаза наблюдателя, находящегося в различных условиях, и многие другие весьма важные факторы.

К новейшим методам расчёта дальности видимости целей в луче прожектора необходимо отнести метод, предложенный И. Рокаром. Однако расчёт по этому методу достаточно затруднителен, так как не имеется единого простого выражения, связывающего дальность видимости с большим числом весьма важных факторов, определяющих её. В силу этого обстоятельства приходится пользоваться более или менее приближенным решением задачи по методу Блонделя—Рея и затем полученные результаты сопоставлять с данными из практики. Практическая дальность видимости самолёта-бомбардировщика в луче зенитного 150-см прожектора может колебаться в пределах от 3 до 15 км при наблюдении невооруженным глазом и от 3 до 20 км при наблюдении через специальный светосильный ночной бинокль.

15. Сигнальная дальность действия прожектора

Прожекторы часто могут использоваться для передачи световых сигналов своим войскам или своей авиации. Пользуясь дуговым прожектором с большой силой света, можно передавать световые сигналы следующими тремя способами.

Первый способ. Лучом прожектора можно сигнализировать так же, как сигнализируют при помощи светосигнальных аппаратов, т. е. наводить прожектор-передатчик сигнала на наблюдателя, удалённого на некоторое расстояние, и лучом прожектора освещать этот приёмник сигнала. Такой способ сигнализации применяется тогда, когда сигнал надо передать на максимально большое расстояние в одном направлении, при отсутствии опасений, что сигнал будет перехвачен вражескими боковыми наблюдателями.

Второй способ. Лучом прожектора можно освещать условные местные предметы или ориентиры, которые будут видны наблюдателю и тем самым вызовут необходимость производить те или иные действия. Такой способ сигнализации может применяться тогда, когда наблюдатель смещён вбок от прожектора и нет необходимости передавать сигнал на максимально большое расстояние.

Третий способ. Лучом прожектора можно сигнализировать, направляя его в зенит или под большим углом места, и, наблюдая за этим лучом со всех сторон, принимать сигнал одновременно по нескольким радиальным направлениям от прожектора. Третий способ сигнализации применяется в том случае, когда необходимо, чтобы сигнал сразу был воспринят несколькими наблюдателями, удалёнными от прожектора на сравнительно небольшое расстояние.

При всех способах сигнализации можно давать сигналы **продолжительные и непрерывные**, а также можно передавать сигнал **прерывчато** или **проблесками**.

Первый способ сигнализации применяется на практике более часто и поэтому имеет более полное теоретическое обоснование. Говоря в этом случае о дальности видимости сигнала или о сигнальной дальности действия прожектора, различают понятие **географической дальности видимости** и понятие **оптической дальности видимости сигнала**.

Географическая дальность видимости светового сигнала зависит от высоты стояния прожектора и высоты стояния наблюдателя над уровнем земной поверхности, от кривизны земной поверхности и от рефракции земной атмосферы. Чем выше будут стоять прожектор и наблюдатель, тем дальше может быть виден световой сигнал, так как луч прожектора не будет экранироваться изгибом земной поверхности. Земная атмосфера в некоторой мере искривляет луч прожектора, придавая ему вид кривой, обращённой выпуклостью вверх, вследствие чего географическая дальность видимости сигнала увеличивается.

Географическая дальность видимости светового сигнала может быть определена по формуле

$$L_{\text{геогр}} = 3{,}83\left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\right), \qquad (51)$$

где h_1 — высота стояния сигнала;
h_2 — высота стояния наблюдателя;
3,83 — постоянный коэфициент, полученный из радиуса земной поверхности и путём вычислений, связанных с явлением рефракции земной атмосферы.

Оптическая дальность видимости светового сигнала зависит от силы света сигнала, прозрачности атмосферы, величины яркости фона, на котором виден сигнал, от величины яркости поля адаптации наблюдателя и от некоторых свойств человеческого глаза. Оптическую дальность видимости светового сигнала (L) принято определять из формулы

$$E_{пор} = \frac{I}{L^2 \cdot 10^6} t^L, \tag{52}$$

где $E_{пор}$ — пороговое значение освещённости на зрачке глаза наблюдателя;
I — сила света сигнала, действующая на наблюдателя;
L — дальность видимости сигнала в км;
t — коэфициент прозрачности атмосферы.

Пороговое значение освещённости на зрачке глаза наблюдателя есть то минимальное значение её, при котором сигнал будет замечен. Оказывается, пороговая освещённость будет изменяться, если наблюдатель будет находиться в различных условиях адаптации. Так, например, если наблюдатель длительное время находится в темноте, то абсолютный порог чувствительности человеческого глаза определяется значением пороговой освещённости в пределах $(0{,}1 \div 0{,}3) \cdot 10^{-8}$ лк. На фоне ночного неба, яркость которого $B_ф = 1 \cdot 10^{-8}$ стб освещенность для различения сигнала необходима в $0{,}850 \cdot 10^{-8}$ лк. В качестве практической нормы берут значение пороговой освещённости $E_{пор} = 0{,}2 \cdot 10^{-6}$ лк.

Для более удобного использования уравнения (52) при определении дальности видимости сигнала это уравнение представляется в виде номограммы. Существует два типа номограмм для решения этой задачи, причём та и другая номограммы исключают необходимость вычислений.

Номограмма первого типа получается, если уравнение (52) преобразовать так:

$$\frac{L^2}{t^L} = \frac{I}{E_{пор} \cdot 10^6} = k. \tag{53}$$

Полагая $E_{пор} = \text{const}$ и $t = \text{const}$ и откладывая по вертикальной оси величины L в равномерном масштабе, а по горизонтальной оси — величины I в логарифмическом масштабе, получают кривую линию. Для различных значений t получают несколько кривых.

Номограмма второго типа получается, если уравнение (53) прологарифмировать и $\lg \frac{I}{E_{пор} \cdot 10^6}$ обозначить через y, а $\lg t$ через x, и затем в логарифмическом масштабе по вертикальной оси отложить I, а по горизонтальной оси справа налево отложить t. При построении номограммы дальность L принимается за постоянную, в результате построения получается прямая линия. Для каждого значения L получится вполне определённая прямая. Такая номограмма приведена на рис. 27.

В том случае, когда световой сигнал действует на глаз не непрерывно, а проблесками, значение пороговой освещённости должно быть увеличено; это увеличенное значение $E'_{пор}$ определяется по формуле

$$E'_{пор} = E_{пор}\left(1 + \frac{0{,}21}{t}\right), \tag{54}$$

где t — продолжительность периода проблеска в секундах;
0,21 — постоянный коэфициент Блонделя и Рея.

При сигнализации по второму способу дальность видимости светового сигнала может определяться так же, как дальность видимости различных объектов в луче прожектора.

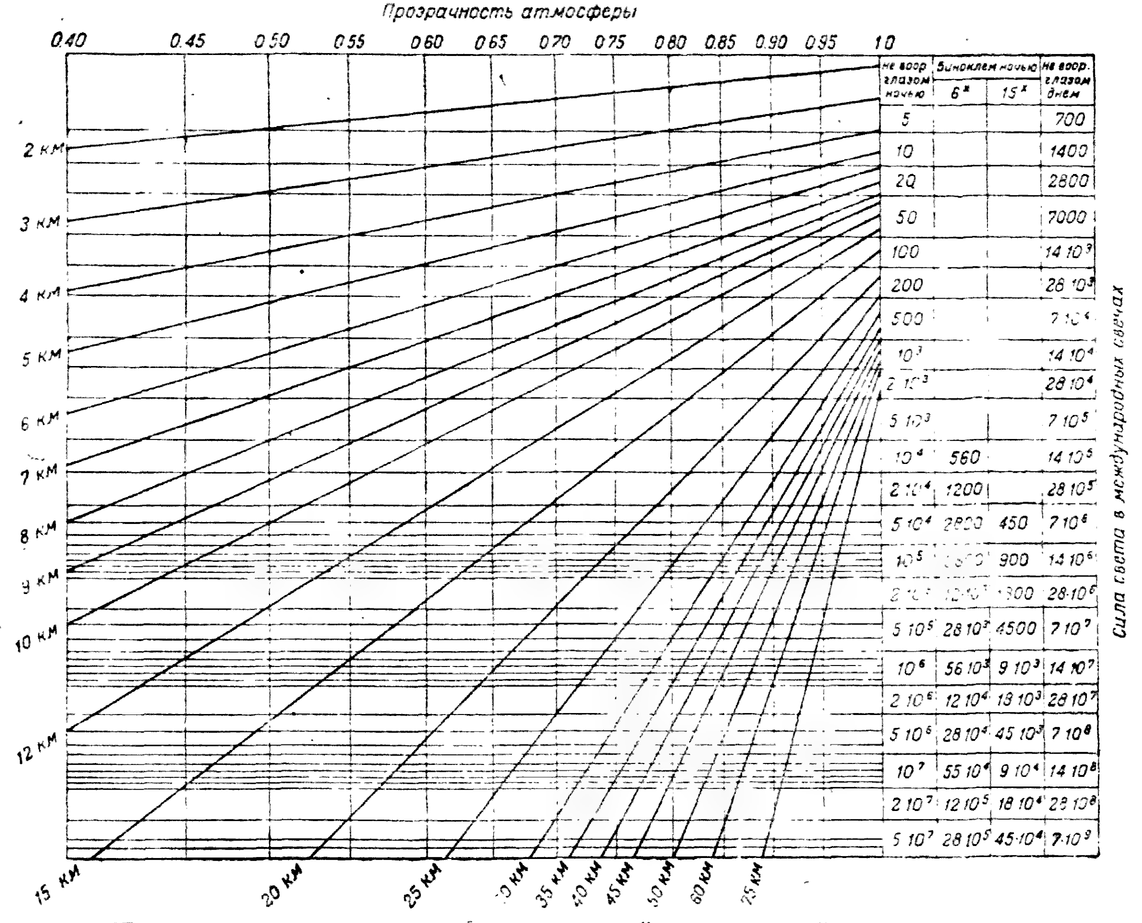


Рис. 27. Номограмма для определения сигнальной дальности действия прожекторов.

При сигнализации по третьему способу дальность видимости светового сигнала определяется наиболее трудно, так как необходимо вычислить яркость луча прожектора, действующую в направлении данного наблюдателя. Яркость луча зависит: от рассеяния светового потока прожектора частицами атмосферы и, следовательно, от количества этих частиц в единице объема, просматриваемого наблюдателем, от природы этих частиц и от составляющей яркостей вторичного, третичного и т. д. рассеяний. Когда яркость луча будет определена, её значение надо подставить в формулу (31), куда также подставить значение соответствующей яркости фона, и посмотреть, какова будет контрастность и не будет ли она меньше контрастной чувствительности глаза.

Способ вычисления яркости луча и рассеянных яркостей достаточно подробно разработан Рокаром.

Очевидно, яркость луча будет больше в том случае, когда в атмосфере содержится большое количество частиц, рассеивающих световую энергию. Однако в этих условиях может иметь место некоторое увеличение поглощения света средой, следовательно, при решении должны быть найдены некоторые оптимальные условия, при которых дальность видимости может быть наибольшей. Практически дальность видимости светового сигнала, передаваемого 150-см зенитным прожектором путём прямого освещения наблюдателя, достигает 150 км путём освещения местных предметов — 10 км; дальность видимости луча достигает 40 км.

ГЛАВА V

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗВУКА В АТМОСФЕРЕ

16. Самолет как источник звука

Всякий самолёт, движущийся в воздухе, порождает звук, чем обнаруживает себя для наблюдателей, находящихся на земле. Звук (или шум) самолёта является причиной нескольких, совместно действующих факторов, поэтому состав шума довольно сложный. Разберём это подробно.

Во-первых, некоторое количество звуковой энергии возникает при выхлопах мотора. Так, например, двенадцатицилиндровый мотор при 1 800 об/мин. даёт 180 звуковых толчков в секунду; частота этих звуковых колебаний $f_в$ может быть определена по формуле

$$f_в = \frac{n \cdot k}{60 \cdot 2} = \frac{1800 \cdot 12}{60 \cdot 2} = 180 \text{ кол/сек.}, \qquad (55)$$

где n — число оборотов мотора в минуту;
k — количество цилиндров.

Глушение шума выхлопа мотора связано с потерями мощности; этот источник звука на движущемся самолёте может перестать существовать только при планирующем полёте или при пикировании, когда мотор не будет работать.

Во-вторых, некоторое количество звуковой энергии возникает при рассечении воздушных слоёв винтом или пропеллером самолета. Так, например, трехлопастный пропеллер, имеющий 30 об/сек., дает 90 звуковых колебаний в секунду, т. е.

$$f_{пр} = n_p \cdot p = 30 \cdot 3 = 30 \text{ кол/сек.}, \qquad (56)$$

где n_p — число оборотов пропеллера;
p — число лопастей пропеллера.

Природа этого шума также не позволяет устранить его какими-нибудь простыми мерами без ущерба для полётных качеств самолета.

В-третьих, некоторое количество звуковой энергии при движении самолета возникает вследствие того, что самолет создает вокруг себя воздушные вихри; это, в свою очередь, вызывает вибрацию несущих плоскостей самолёта, появляется свист вследствие того, что некоторые детали самолёта (тросы, растяжки) рассекают упругие воздушные слои. Частота звуковых колебаний при этом может быть различной, в зависимости от типа и конструкции самолёта; она значительно выше частоты звуковых колебаний, вызываемых вращением пропеллера.

Ввиду многообразия типов современных самолётов трудно указать какой-нибудь вполне определённый узкий диапазон частот звуковых колебаний, который был бы характерен для самолётов как источников звука.

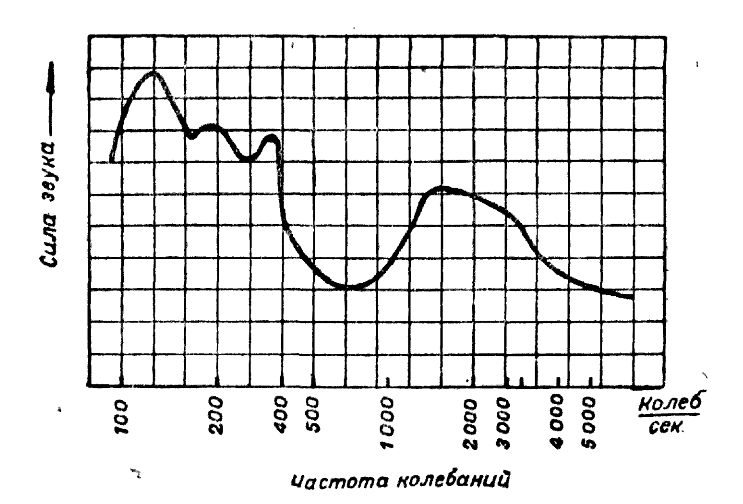


Рис. 28. Спектр шума самолёта (по данным американской фирмы «Сперри»).

По данным американской фирмы «Сперри», распределение звуковой энергии в шуме самолёта представляется в виде кривой, приведенной на рис. 28. Однако эта кривая может характеризовать только некоторые частные случаи. Из кривой видно, что самолёт вызывает достаточно сильный звук при частоте колебаний от 100 до 400 кол/сек.

Второй максимум кривая обнаруживает при частоте в 1 500 кол/сек., который, очевидно, обусловлен явлением обтекания корпуса самолёта воздушными потоками.

Этот второй максимум высоких частот сильно зависит от конструктивных особенностей самолётов и у различных типов самолётов будет лежать в различных участках спектра звуковых частот.

Первый максимум в области низких частот должен быть более стабилен, так как в основном он обусловлен выхлопом мотора.

Следует заметить, что звуковое поле самолёта далеко не равномерно как по своей интенсивности и громкости, так и по частоте; поэтому, рассматривая самолёт как источник звука, всегда нужно принимать во внимание ориентировку самолёта по отношению к приемнику зву-

ковой энергии. Вполне понятно, что на качестве воспринимаемой звуковой энергии будет сказываться и то, на какой дальности находится самолёт, так как результирующая сила звука, частота и тон звуковых колебаний будут модифицироваться при распространении звуковых колебаний через слои атмосферы.

При распространении звука в воздухе при быстром перемещении источника звука или самого наблюдателя замечается кажущееся изменение тона звука. Сущность этого явления составляет так называемый **принцип Доплера,** который можно формулировать следующим образом.

Если при движении источника звука или наблюдателя расстояние между ними уменьшается, то наблюдается кажущееся повышение тона. Это повышение будет больше при движении источника звука, чем при одинаково быстром движении наблюдателя к источнику звука.

Если же при движении источника звука и наблюдателя расстояние между ними увеличивается, то получается кажущееся понижение тона, которое будет больше при движении наблюдателя от источника звука, чем при одинаково быстром удалении самого источника. Таким образом, по тону шума самолёта можно определить, удаляется самолёт или приближается. В том случае, когда наблюдатель остаётся неподвижным, а основной тон шума самолёта повышается, это значит, что самолёт приближается; когда же тон шума самолета понижается, это значит, что самолёт удаляется от наблюдателя.

Из сказанного следует, что самолёт каждого типа должен быть подвергнут изучнению, и только после тщательно проведенных исследований самолёт можно более или менее полно охарактеризовать как подвижный источник звука.

17. Распространение звуковых волн в атмосфере

В однородной среде звуковые лучи распространяются с некоторой постоянной скоростью прямолинейно. Но атмосфера не бывает однородной. Поэтому звуковая энергия самолёта подвергается определённому рассеянию в атмосфере и звуковые лучи искривляются, во-первых, вследствие различных температур воздуха на различных высотах и, во-вторых, вследствие наличия движения упругой среды, в которой распространяется звук при ветре.

Скорость звука в различных слоях атмосферы различна в зависимости от температуры слоёв, давления и влажности воздуха в этих слоях. Величина скорости звука может быть определена по формуле Лапласа

$$c = \sqrt{\frac{p}{\rho} \cdot u}, \tag{57}$$

где p — упругость воздушных слоёв в кг/см²;

ρ — плотность среды, равная удельному весу γ, поделённому на ускорение силы тяжести g;

$u = \frac{C_p}{C_v}$ — отношение теплоёмкости воздуха при постоянном давлении к теплоёмкости при постоянном объёме.

Вычисление скорости звука по формуле (57) при $t = 0°$ C и упругости $P_в = 760$ мм рт. ст., когда $\frac{C_p}{C_v}$ для сухого воздуха равно

$$u = \frac{0,237}{0,169} = 1,402,$$

$$c = \sqrt{\frac{10333 \cdot 9{,}806 \cdot 1{,}402}{1{,}293}} = 331{,}5 \text{ м/сек},$$

где упругость воздуха получена на основании того, что $P_в = P_р \times 760 = 13\,596$ г/см² × 76,0 см = 10,333 кг/см, где $P_р$ — упругость ртути. Плотность воздуха получена как

$$\rho = \frac{\gamma}{g} = \frac{1{,}293}{9{,}806} \text{ кг/см}^3.$$

Формула, связывающая скорость звука с температурой, давлением и влажностью воздуха, будет

$$c = 331{,}5 \sqrt{\frac{T + 83 \frac{e}{P}}{273}}, \qquad (58)$$

где e — влажность воздуха (как упругость водяных паров) в мм рт. ст.;

P — давление воздуха в мм рт. ст.;

T — абсолютная температура воздуха.

Вычисление показывает, что с увеличением температуры на 1° С скорость звука при постоянном давлении $P = 760$ мм и постоянной влажности $e = 6{,}4$ мм увеличивается на 0,61 м/сек. Поэтому пользуются зависимостью скорости звука от температуры:

$$c = 331{,}5 + 0{,}61 \cdot t \text{ м/сек}. \qquad (59)$$

При постоянном давлении $P = 760$ мм и температуре $t = 0°$ С, но с увеличением влажности на 1 мм скорость звука также увеличивается на 0,07 м/сек, поэтому

$$c = 331{,}5 + 0{,}07 \cdot e \text{ м/сек}. \qquad (60)$$

С увеличением давления на 1 мм при средней влажности $e = 6{,}4$ мм и $t = 0°$ С скорость звука уменьшается на 0,0005 м/сек, поэтому

$$c = 331{,}5 - 0{,}005\, P \text{ м/сек}. \qquad (61)$$

Искривление звуковых лучей под влиянием изменяющейся с высотой температуры воздушных слоёв носит название **явление температурной рефракции звука.**

В обычных условиях температура воздуха с высотой падает, вследствие чего скорость звука тоже с высотой уменьшается. В результате звуковая волна (рис. 29), идущая сверху вниз, с каждым последующим слоем распространяется быстрее и линии фронта звуковых волн становятся не параллельными. Получается искривление фронта звуковых волн, которое вызывает искривление каждого звукового луча, взятого в пределах этого фронта.

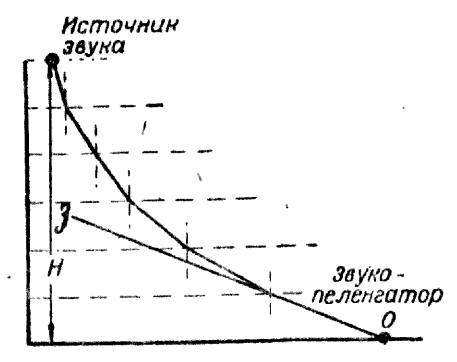


Рис. 29. Искривление звукового луча под влиянием различной температуры воздуха на различных высотах.

Графически путь каждого звукового луча будет иметь вид кривой, хотя наблюдателю, находящемуся в точке O, будет казаться, что звук идёт по направлению $ЗO$.

Если учесть свойства реальной атмосферы, когда температура воздушных слоёв будет изменяться не только на высоте, но, может быть, и в горизонтальном направлении, то можно утверждать, что звуковые лучи будут приобретать двоякую кривизну, и тогда след звукового луча и кажущееся направление на источник звука могут ещё больше расходиться.

Если самолёт находится на высоте H (рис. 30), то звуковые лучи загибаются кверху и район слышимости звука уменьшается. Звук будет слышен только до точки C, в которой звуковой луч касается земной поверхности. Часть кривой

$C'F$ представляет собой границу **зоны слышимости** данного звука вблизи поверхности земли. Заштрихованная часть $C'FO$ представляет собой **зону звуковой тени**, внутрь которой звуковые лучи от данного источника звука непосредственно проникать не будут.

Таким образом, с увеличением высоты H (на которой находится самолет). расстояние до источника звука растёт, но район слышимости увеличивается. Весьма существенное влияние на искривление звукового луча оказывает ветер. В определённых горизонтальных слоях ветер сносит фронт звуковых волн и таким образом изменяет скорость распространения звука в этих слоях. По ветру звук распространяется быстрее, чем против ветра. Скорость звука в зависимости от ветра можно выразить формулой

$$c' = c + w \cdot \cos\varphi, \tag{62}$$

где c' — скорость звука при наличии ветра в м/сек;
c — скорость звука в неподвижном воздухе в м/сек;
w — скорость ветра в м/сек;
φ — угол между направлением звукового луча и направлением ветра.

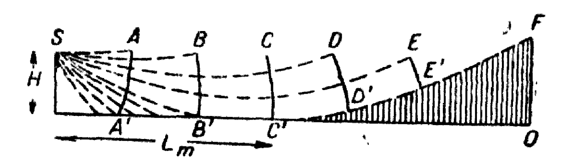


Рис. 30. Образование звуковой тени вследствие искривления и отражения звуковых лучей.

При боковом ветре по отношению к направлению звукового луча последний относится ветром на угол Θ, тангенс которого равен,

$$\operatorname{tg}\Theta = \frac{w}{c}. \tag{63}$$

Известно, что скорость ветра с увеличением высоты увеличивается, так как на поверхности земли рельеф местности и растительности задерживают его. Поэтому в том случае, когда ветер направлен против распространения звука, звуковой луч загибается и выпуклостью обращается вниз, подобно тому, как искривляется звуковой луч от уменьшения температуры с высотой. Если ветер дует в направлении распространения звука — звуковой луч загибается вниз. Этим и объясняется, что при попутном ветре зона слышимости звука увеличивается, а при встречном ветре уменьшается.

В самом общем случае в реальной атмосфере могут присутствовать слои воздуха с различной температурой и плотностью, причём закономерность изменения температуры может быть нарушена ветром. Таким образом, в атмосфере могут образоваться слои, как бы непроницаемые для звуковой энергии. Эти слои получили название **акустических облаков.** При прослушивании через акустические облака звук кажется слабым, неясным, и весьма трудно определить направление на источник звука. Акустические облака иногда могут вызвать полное поглощение или полное отражение звука, они перемещаются в воздухе и во всех случаях уменьшают силу звука и искажают его направление.

Возможны случаи, когда в ясный день, особенно во второй половине его в атмосфере присутствуют акустические облака, и она является плохим проводником звука. Во второй половине ночи атмосфера обладает наибольшей акустической проводимостью. На высокие тона акустические облака оказываю более сильное влияние, чем на низкие. Наличием акустических облаков объясняется иногда внезапный перерыв слышимости шума самолёта даже тогда, когда самолёт находится близко.

При распространении звука в воздухе приходится встречаться с явлением **дифракции звука,** т. е. загибания звуковых волн у края преграды. В том

случае, когда звуковая волна, встретив преграду, не вполне отражается, а частично огибает её, нам удаётся слышать звук за преградой, хотя сила звука в нашем направлении сильно уменьшается. Наиболее сильно явление дифракции обнаруживается при распространении звуковой энергии низких частот или более длинных звуковых волн.

18. Дальность слышимости звука самолета

Сила звука, т. е. количество звуковой энергии, приходящее в 1 сек. на поверхность в 1 см², с увеличением расстояния от источника звука до приемника звуковой энергии уменьшается. Закон убывания силы звука для некоторой определённой длины волны будет

$$I = \frac{Q}{4\pi L^2} \tau^L \text{ эрг/см}^2 \text{ сек.}, \qquad (64)$$

где Q — количество звуковой энергии, излучаемое источником звука;
$4\pi L^2$ — поверхность шаровой волны от источника звука на расстоянии L;
τ — некоторый коэфициент акустической прозрачности атмосферы для слоя единичной толщины.

Таким образом, когда звук распространяется в неограниченной среде, сила звука, грубо говоря, обратно пропорциональна квадрату расстояния от источника.

Кроме того, известно, что звуковая энергия поглощается обратно пропорционально квадрату длины звуковой волны. Поэтому мы обычно слышим низкие тона шума самолёта, хотя в составе этого шума имеется много и высоких тонов.

Если до органа слуха наблюдателя будет доходить сила звука ниже порогового значения её для данных длин волн или для данных звуковых частот, то источник звука не будет слышен. На рис. 31 приводятся границы области слуховых восприятий, из которых видно, что для частоты звуковых колебаний от 100 до 200 кол/сек. нижний порог слышимости будет при силе звука в $1 \cdot 10^{-5}$ эрг/см² сек.

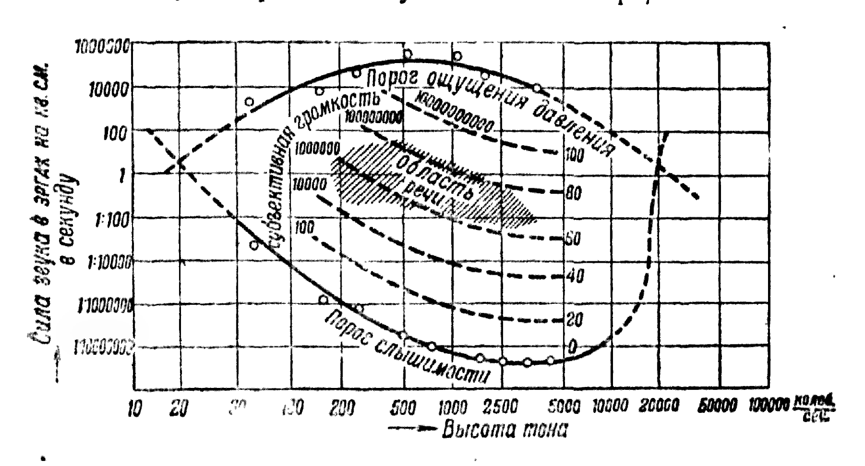


Рис. 31. Область слуховых восприятий.

Дальность слышимости шума самолёта зависит от следующих факторов: 1) мощности моторов самолёта; 2) положения самолёта в полете по отношению к наблюдателю или положения наблюдателя в звуковом поле самолета (если выхлоп направлен в сторону наблюдателя, его слышимость большая, и наоборот); 3) метеорологических условий; 4) свойств наблюдателей — степени развития слуха, тренированности и степени утомлённости; 5) свойств аппаратуры, применяемой для собирания и усиления звука самолёта; 6) присутствия посторонних шумов, их природы, частоты колебаний и силы звука.

Наиболее сильное влияние на дальность слышимости оказывают метеорологические условия: ветер, температурная рефракция, поглощение и рассеяние звуковой энергии в среде, передающей звуковые колебания. Все указанные факторы приводят к тому, что при средних метеорологических условиях шум самолёта невооруженным ухом не слышен далее 15 км.

Чтобы улучшить слышимость самолёта, находящегося на больших расстояниях, и тем самым увеличить дальность слышимости, а также чтобы повысить точность в определении положения источника звука (по сравнению с той точностью, которая может быть получена при слушании невооруженным ухом), применяют специальные акустические приборы — **звукоулавливатели, звукопеленгаторы.**

Эти приборы действуют совместно с зенитными прожекторами для предварительной наводки последних на самолёт, чтобы добиться большей вероятности встречи самолёта с лучом и не демаскировать средства авиазенитной обороны (АЗО) длительным поиском воздушных целей лучом.

ГЛАВА VI

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АКУСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ЗВУКОПЕЛЕНГАТОРОВ

19. Способы приема звуковой энергии самолета

К акустической аппаратуре, принимающей звуковую энергию самолёта, предъявляются два основных требования. Во-первых, эта аппаратура должна давать возможность обнаружить самолёт в воздухе на достаточно большом расстоянии от объекта обороны, чтобы иметь некоторое время для приведения в боевую готовность зенитной артиллерии (ЗА) и истребительной авиации (ИА), отражающих нападение с воздуха. Во-вторых, акустическая аппаратура должна давать возможность определить с земли точное направление на самолёт, невидимый в ночных условиях, чтобы, пользуясь известным направлением, можно было наводить по нему зенитные прожекторы, а иногда использовать найденное направление для стрельбы ЗА по звуку.

Если бы звукоулавливатель использовался только для обнаружения самолёта на больших расстояниях, то он мог бы считаться **звукоулавливателем-подслушивателем.** Этот прибор, очевидно, должен собирать максимальное количество звуковой энергии самолета и максимально усиливать принятую силу звука, быть мало чувствительным к ветру и другим помехам посторонних шумов; точность в определении

направления на источник звука он должен давать невысокую (в пределах сектора в 8—10°). Прибор может быть связан с постами ВНОС, или с КП зенитных прожекторов (ЗПр) или ЗА телефонной связью.

Звукоулавливатели-подслушиватели появились раньше, чем другие типы звукоулавливателей, и по устройству были достаточно просты. Они работали по принципу **максимума звука**, т. е. направление на самолёт приближенно определялось в тот момент, когда при повороте **акустического приемника** прибора по какому-нибудь направлению слышался шум самолёта максимальной силы, — это направление и принималось за истинное.

Звукоулавливатели-подслушиватели имели в качестве звукоприемника, концентрирующего собираемую звуковую энергию, одиночный рупор, сферический или параболический звукоприемник. Как рупорный, так и параболический звукоприемники должны иметь большие размеры, чтобы собирать возможно большее количество звуковой энергии и значительно увеличивать силу звука. Особенно громоздкими оказались одиночные рупорные звукоприемники. Более совершенными и менее чувствительными к ветру оказались сферические и параболические звукоприемники.

В рупорном звукоприемнике в узком конце его устанавливался резонатор, т. е. усилитель звуковых колебаний, принятых рупором своими собственными колебаниями. От резонатора подводились две трубки к ушам наблюдателя, и последний наводил рупор по максимальной слышимости шума самолёта.

В сферическом звукоприемнике (рис. 32,*а*) звуковые лучи, падающие на поверхность звукоприемника параллельно его оси, будут соби-

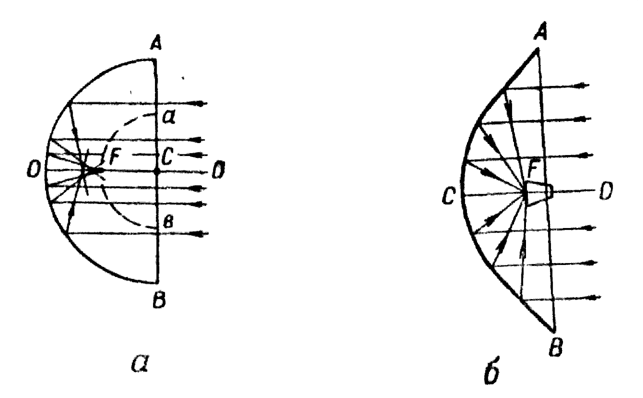


Рис. 32. Звукоприёмники звукоулавливателей-подслушивателей: *а* — сферический; *б* — параболический.

раться в фокусе F такого отражателя, который находится примерно на половине расстояния между центром C полусферы и её поверхностью AOB. Лучи, падающие на этот звукоприемник не параллельно его оси, а параллельно между собой, соберутся в некоторой точке на поверхности некоторой фокальной полусферы aFb. Эта полусфера расположена концентрически к поверхности звукоприемника. Если на этой полусфере перемещать малый рупор, соединённый шлангом с ушами

наблюдателя, то также можно добиться максимальной слышимости шума самолёта и определить направление на него. Звукоулавливатели-подслушиватели такого типа могут устраиваться из бетона в земле, вырубаться в скале или береговых откосах. Такие сооружения обладают значительными преимуществами в отношении возможности изготовления отражателя большого диаметра при малой стоимости его[1].

В параболическом звукоприемнике (рис. 32,*б*) звуковые лучи, падающие параллельно его оси, будут собираться в фокусе приемника после отражения. Если в фокусе параболоида поставить маленький рупор, обращённый широким концом внутрь параболоида, то этот рупор соберёт все отраженные звуковые лучи. Надев на узкий конец рупора трубку и подведя её к уху, получим возможность услышать звук более громкий, чем тот, который слышали бы невооруженным ухом. Как показал опыт, хорошее усиление дают только те параболоиды, у которых диаметр больше длины принимаемой звуковой волны; объясняется это тем, что от поверхности параболоида хорошо отражаются и собираются в его фокусе только звуковые волны меньшей длины.

Определяя длину волны для частоты звуковых колебаний $f_в = 180$ кол/сек, получим при скорости звука 335 м/сек:

$$\lambda = \frac{c}{f_в} = \frac{335}{180} = 1{,}86 \approx 2 \text{ м.} \qquad (65)$$

Таким образом, диаметр параболоида должен быть около 2 м. В качестве параболического звукоприемника для звукоулавливателя-подслушивателя может быть использован стеклянный параболический отражатель прожектора. При этом необходимо конструктивно осуществить перемещение малого рупора в фокальной плоскости зеркала и из этого перемещения получать направление на источник звука при условии, что всё это устройство не должно препятствовать использованию прожектора по прямому назначению.

Следует заметить, что звукоулавливатели-подслушиватели в настоящее время не имеют широкого распространения ввиду того, что принцип максимальной слышимости самолёта не даёт возможности строго судить о том, куда уходит цель; вследствие этого поимка цели и удержание её затруднительны. Необходимая дальность слышимости может быть достигнута тем, что звукоулавливатели выдвигаются вперёд от объекта обороны в направлении вероятного налёта противника.

В настоящее время наиболее широкое применение имеют **звукоулавливатели-пеленгаторы**, или просто **звукопеленгаторы**, действующие на принципе **бинауральной способности человека.** Бинауральная способность является следствием того, что человек, обладая двумя ушами,

---

[1] ГУПВО ТС издана специальная инструкция по поиску самолетов прожекторами-сопроводителями с подслушиванием шума самолета в два небольших конических рупора. Эти рупоры пристраиваются к прожектору так, чтобы линия базы была перпендикулярна к оси цапф прожектора, а акустическая ось параллельна оптической оси прожектора. В выходные отверстия рупоров вставляются концы двух резиновых шлангов длиной не менее 2 м каждый; вторые концы шлангов соединяются с наушниками.

может определять направление на источник звука. Наличие бинауральной способности объясняется тем, что звуковые волны подходят к одному уху несколько раньше, чем к другому, и человек может различать эту разницу во времени между приходом звука к одному и другому уху, может воспринимать разницу в силе звука в одном и другом ухе и, наконец, может в той или иной степени воспринимать разность фаз звуковых волн, приходящих к одному и другому уху.

Минимальная воспринимаемая разность времени составляет $^1/_{34000} = 3 \cdot 10^{-5}$ сек. Разница в пути звукового луча, соответствующая этому времени, составляет всего 10 мм.

Эта способность обусловлена тем, что уши расположены на противоположных сторонах головы, на расстоянии около 16 см друг от друга, вследствие чего звук достигает одного уха раньше, чем другого (если только источник звука не находится в плоскости, перпендикулярной к линии, соединяющей оба уха).

Если взять пару звукоприемников, удалённых друг от друга на расстояние $CB=Б$ (рис. 33), и соединить их с ушами наблюдателя, то во время поворачивания звукоприемников вокруг точки A из стороны в сторону наблюдатель будет ощущать переход звука из одного уха в другое.

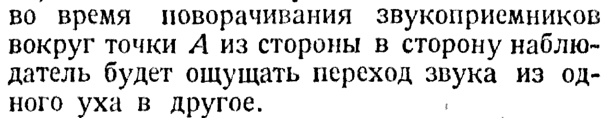


Рис. 33. Влияние величины базы между звукоприёмниками на точность наводки.

Из рис. 33 видно, что для звукового луча OB, попадающего в правый рупор, путь короче, чем для луча OC, на величину DC. Если для прохождения этого излишка пути потребуется не меньше $3 \cdot 10^{-5}$ сек., то наблюдатель ощутит эту разницу прихода звука, вследствие чего звук будет казаться ему в правом ухе. Поворачивая звукоприемники, наблюдатель в конце-концов обнаружит звук как бы сзади головы (у затылка). Это положение называется положением двуушного или **затылочного равновесия.** Когда такое равновесие достигнуто, то это значит, что звуковые лучи OB' и OC' имеют одинаковые пути и, следовательно, база $Б$ перпендикулярна к направлению на источник звука. Угол ψ (рис. 33) может характеризовать возможную точность определения направления на источник звука по этому методу.

В самом деле, если считать, что фронт звуковой волны должен проходить участок DC в тот промежуток времени, который может восприниматься наблюдателем, то $DC = c \cdot \Delta t$. Между тем, из треугольника BDC имеем $DC = Б \cdot \sin \psi$, откуда и получаем

$$\sin \psi = \frac{c \cdot \Delta t}{Б}, \qquad (66)$$

где c — скорость звука;

Δt — минимальный промежуток времени, равный $3 \cdot 10^{-5}$ сек. и воспринятый человеком;

$Б$ — база между звукоприёмниками.

Эта формула показывает, что чем меньше $\sin\psi$ (а следовательно, и величина самого угла ψ), тем больше точность; это будет при большей величине базы *Б*. Поэтому при слушании через два звукоприемника, удалённых друг от друга на расстояние, большее, чем расстояние между ушами человека, мы и получаем возможность значительно точнее определить направление на источник звука.

Так, например, если $c = 340$ м/сек, $\Delta t = 3 \cdot 10^{-5}$ сек., а база $Б = 3$ м, то угол ψ будет равен 12 мин. На рис. 34 приведена кривая *А* зависимости угла ψ от величины базы. Из рисунка видно, что точность резко увеличивается (угол ψ уменьшается) при увеличении базы от 50 до 300 см, и растет незначительно при более длинных базах.

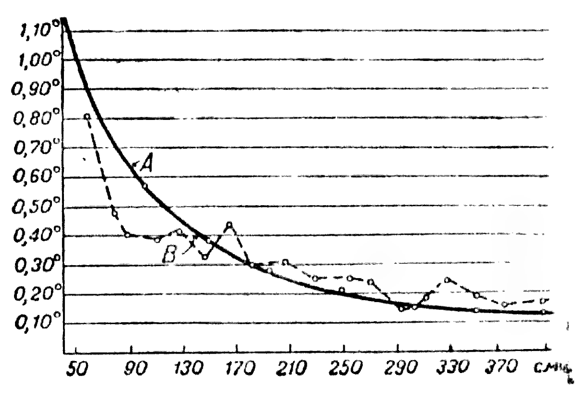


Рис. 34. Кривая зависимости точности наводки звукопеленгатора от величины базы между рупорами.

На этом же рисунке приведена кривая *В* точности наводки звукоприемников при различном расстоянии между ними. Кривая получена опытным путём при исследовании, произведенном американской фирмой «Сперри». На основании этого у современных звукопеленгаторов базу между звукоприемниками берут не свыше 3 м.

Большинство существующих звукопеленгаторов имеет две пары звукоприемников. Одна пара располагается на горизонтальной линии и служит для определения направления на источник звука относительно горизонтального уровня. Другая пара звукоприемников располагается по вертикали и служит для определения направления на источник звука относительно вертикального уровня. Каждая из этих пар звукоприемников при помощи **звукопроводов** соединяется с ушами наблюдателей (слухачей) и каждый из наблюдателей имеет возможность перемещать все четыре звукоприемника только в той плоскости, в которой он слушает самолёт. Наблюдатель, слушающий через горизонтальную пару звукоприемников, вращает всю акустическую систему в горизонтальной плоскости; другой наблюдатель, слушающий через вертикальную пару звукоприемников, вращает всю акустическую систему в вертикальной плоскости.

В американской армии в 1938 г. принят на вооружение звукоулавливатель фирмы «Сперри», имеющий всего три звукоприемника. В этом случае через один из звукоприемников слушают оба наблюдателя.

20. Свойства звукоприемников для звукопеленгаторов

В современных звукопеленгаторах применяются в основном звукоприёмники трех типов: рупорные, ячейковые и параболические. Рупорные звукоприёмники чаще всего встречаются или в виде конических рупоров с круглым

сечением (образующая — прямая линия или экспоненциальная кривая), или в виде конических рупоров с квадратным сечением, причём одна из четырёх стенок рупора является прямой, а три другие стенки выгнуты по логарифмической **экспоненциальной кривой.** Из опыта известно, что отношение длины к диаметру входного отверстия рупора должно равняться по крайней мере 2. Наиболее выгодным углом конического раствора рупора считается угол в 16°. Диаметр входного отверстия рупора $d_{вх}$ выбирается из условия

$$\frac{d_{вх}}{\lambda_{max}} > 1 \text{ или } d_{вх} > \lambda_{max}, \qquad (67)$$

означающего, что диаметр входного отверстия должен быть больше той длины волны, которая будет отвечать максимальному значению энергии в спектре звуковых частот источника звука.

Длина конического рупора кругового сечения берётся из условия

$$l = \frac{\frac{\pi \cdot d_{вх}}{4} \cdot K}{2\lambda_{max}}, \qquad (68)$$

где K — коэфициент усиления звука рупором.

Коэфициент усиления представляет собой отношение звукового давления в выходном отверстии рупора к звуковому давлению от данного источника звука на невооружённое ухо. Размеры выходного отверстия рупора выбирают, исходя из конструктивных соображений и руководствуясь длиной и диаметром входного отверстия. Экспоненциальные рупоры выполняются так, что площадь поперечного сечения рупора увеличивается по мере удаления от узкого конца рупора к входному отверстию по закону логарифмической кривой (рис. 35).

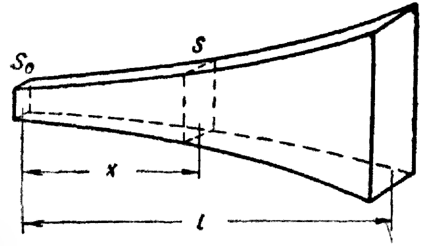


Рис. 35. Экспоненциальный рупор «Сперри».

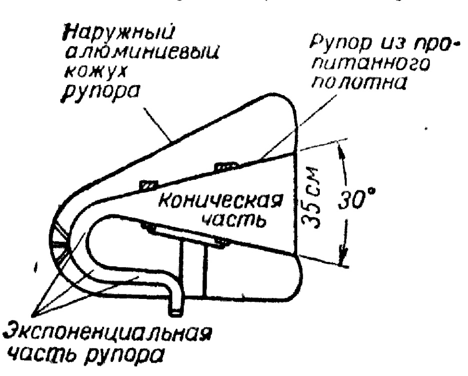


Рис. 36. Принципиальная схема звукоприёмника трёхрупорного звукопеленгатора «Сперри» типа М-2 обр. 1938 г.

Конические круговые рупоры применяются в звукопеленгаторах фирмы «Барр и Строуд» и в звукопеленгаторах типа ЗП-2. Длина каждого рупора 60 см, диаметр входного отверстия 40 см, диаметр выходного отверстия 1 см. Расстояние между центрами горизонтальной пары рупоров: база — 160 см, расстояние между центрами вертикальной пары рупоров — 136 см.

Конические круговые рупоры применены в новом трехрупорном звукопеленгаторе фирмы «Сперри» (рис. 36).

Экспоненциальные конические рупоры квадратного сечения (см. рис. 35) применены в тяжёлых звукопеленгаторах типа Т-5 той же фирмы, а также у звукопеленгаторов ЗТ-3, ЗТ-4 и ЗТ-5, принятых на вооружение в Красной Армии.

Немецкая фирма «Электроакустик» строит звукопеленгаторы, у которых рупорные экспоненциальные звукоприёмники своими входными отверстиями компактно смонтированы в общую кольцевую раму.

Ячейковые или сотовые звукоприёмники устраиваются так, что короткий конический рупор круглого сечения разделяется на шесть или более ячеек,

причём каждая ячейка представляет собой отдельный рупор. Все эти рупоры своими узкими концами сообщаются друг с другом и с общим звукопроводом (рис. 37). Такое устройство даёт возможность при большом приёмном отверстии получить малый по размерам звукоприёмник. Этот тип звукоприёмников применяется в звукопеленгаторах французской фирмы «Барбье-Бенар и Тюрени» и голландской фирмы «Лоннекер».

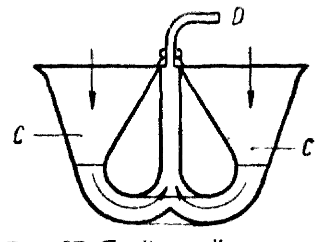


Рис. 37. Ячейковый звукоприёмник.

Параболические звукоприёмники применяются главным образом в звукопеленгаторах немецкой фирмы «Герц». В этом случае параболоид звукоприёмника косо срезан плоскостью, образующей с осью параболоида угол в 70° (рис. 38), и фокус параболоида звукоприёмника совмещён с фокусом эллипсоида звукопровода. Второй фокус эллипсоида звукопровода приходится на месте расположения уха наблюдателя.

Качество звукоприёмника как основной детали звукопеленгатора оценивается по виду характеристических кривых, выявляющих его свойства.

Получают три основных характеристики звукоприёмника: 1) характеристику направленности, 2) частотную характеристику и 3) амплитудную характеристику.

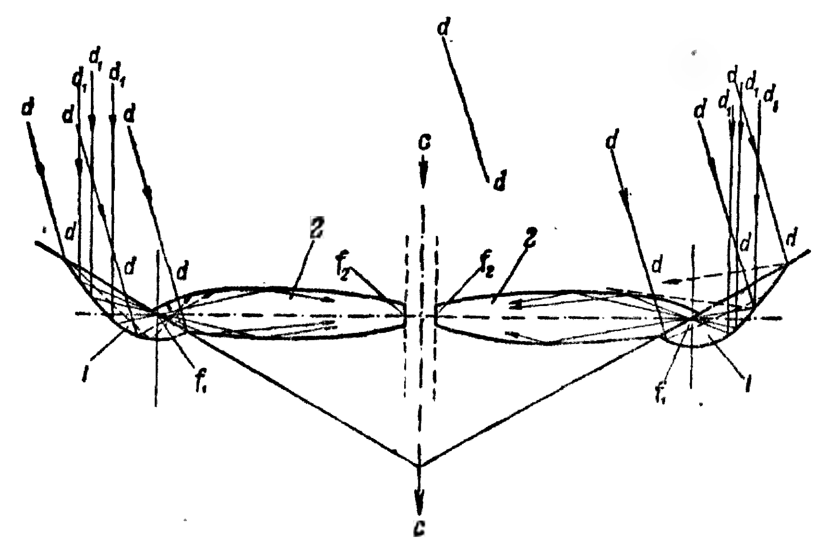


Рис. 38. Акустическая система звукопеленгатора фирмы «Герц».

Под характеристикой направленности понимается зависимость реакции звукоприёмника от его ориентировки в звуковом поле источника звука. Эта характеристика, изображённая в полярной системе координат, может представлять собой одну из кривых на рис. 39.

На этом рисунке кривая *I* показывает, что чувствительность звукоприёмника резко снижается при повороте его на угол больше 40° вправо или влево от направления на источник звука; кривая *II* для другого звукоприёмника не обнаруживает такого свойства и, наконец, кривая *III* указывает на то, что звукоприёмник обнаруживает высокую чувствительность при малых углах отклонения от направления на источник звука, а при больших углах реакция звукоприёмника убывает более плавно. Острота характеристики направленности зависит от величины приёмного отверстия рупора, его длины и способности реагировать на звуковые колебания, достигающие его входного отвер-

стия. Вполне понятно, что чем резче убывание максимальной реакции при отклонении звукоприёмника от направления на источник звука, тем выше качество звукоприёмника. Следовательно, звукоприёмники, у которых характеристики направленности подобны кривым *I* или *III*, выше по качеству и посредством их можно более точно определить направление на источник звука

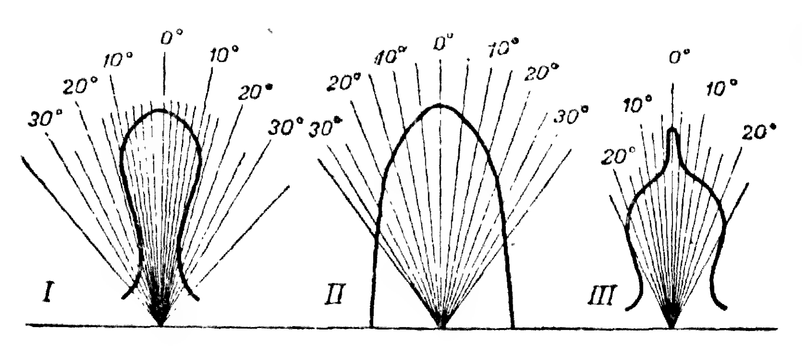


Рис. 39. Характеристики направленности некоторых звукоприёмников.

Необходимо заметить, что, во-первых, желательно получать характеристику направленности пары звукоприёмников, сообщающихся с ушами одного наблюдателя, так как это даст возможность судить о направленности всей акустической системы звукопеленгатора; во-вторых, весьма целесообразно получать характеристику направленности, используя при опыте именно тот источник звука, местоположение которого будет определяться звукопеленгатором.

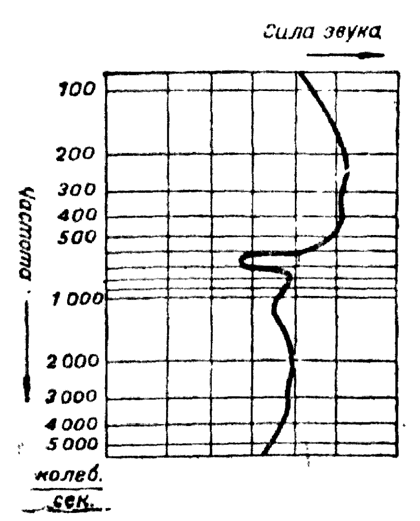


Рис. 40. Частотная характеристика экспоненциального рупора «Сперри».

Частотная характеристика звукоприемника даёт зависимость реакции звукоприёмника от частоты воспринимаемых им звуковых колебаний при постоянном значении силы звука. Эта характеристика показывает, как данный звукоприёмник отзывается на ту или иную частоту звуковых колебаний и как он увеличивает силу звука слышимого источника в зависимости от частоты.

На рис. 40 приведена частотная характеристика экспоненциального рупора «Сперри», которая показывает, что этот рупор хорошо принимает звуки от 100 до 500 кол/сек. и таким образом обеспечивает хороший приём всех низких звуковых частот, которые дают максимум энергии звукового излучения самолёта (см. рис. 28).

Амплитудная характеристика даёт зависимость между амплитудой звуковых колебаний, воздействующих на звукоприёмники, и амплитудой реакции звукоприёмника. Эта характеристика даёт возможность судить о коэфициенте усиления звука звукоприёмником.

Необходимо указать, что нет объективной оценки звукоприёмников существующих звукопеленгаторов, так как опытов по получению сравнительных характеристик не ставилось; каждая фирма рекламирует свои звукоприёмники и считает их лучшими, и это, конечно, не дает оснований делать какие-нибудь выводы и заключения.

21. Звуковые помехи и борьба с ними

В процессе подслушивания самолета и определения направления на самолёт (при любой конструкции звукоприёмников) имеют место шумовые помехи, которые влияют и на дальность слышимости и на точность наводки акустической системы на источник звука. Природа этих шумовых помех весьма разнообразна и воздействие их на работу звукопеленгатора различно в различных условиях.

Самые наибольшие помехи создаёт шум ветра. Разберём это подробнее.

1. Воздух, движущийся при ветре, соприкасаясь со стенками звукоприёмников, вызывает вибрации стенок, вследствие чего они издают звук, постоянно слышимый наблюдателем и являющийся некоторым звуковым фоном. Некоторое количество движущегося воздуха обтекает контуры входного отверстия звукоприёмников и в результате этого вызывает более сильные вибрации поверхностей звукоприёмников. С собственными вибрациями звукоприёмников борются путем применения специальных материалов для изготовления звукоприёмников, устройством специальных войлочных чехлов на звукоприёмниках и проволочных сеток на их входных отверстиях. Проволочные сетки, надетые на входные отверстия, уменьшают энергию воздушных масс, движущихся под влиянием ветра, благодаря чему они с меньшей силой воздействуют на стенки звукоприёмника и последние меньше вибрируют.

2. Воздушные потоки, обтекающие при ветре голову наблюдателя, и подходящие к его ушам шланги звукопроводов, создают шум в непосредственной близости к ушам наблюдателя. Для борьбы с этим шумом у некоторых звукопеленгаторов имеются для наблюдателей меховые шлемы, сшитые так, что мех находится снаружи и частично поглощает энергию движущихся масс воздуха.

3. Ветер всегда создаёт шум, что объясняется столкновением движущихся масс воздуха с местными предметами (лес, строения, складки местности, провода, телеграфные столбы и т. п.), а также завихрениями воздушных потоков между местными предметами. Единственный метод борьбы с этими шумовыми помехами ветра — это надлежащий выбор позиции звукопеленгатора на достаточном удалении от местных предметов, на открытой и по возможности ровной площадке.

Кроме шумовых помех, создаваемых ветром, имеются и другие шумы, также мешающие работе звукопеленгаторов. Вблизи больших городов имеется постоянный шумовой фон, порождаемый промышленными предприятиями, уличным движением, сигналами железнодорожного и автомобильного транспорта и т. п. С помехами от этих шумов можно бороться тоже только путем надлежащего выбора позиций для звукопеленгаторов.

Для полноты картины о шумовых помехах необходимо упомянуть такие источники помех, как шум дождя, шум потоков воды в реках и другие природные шумы

Большое значение в борьбе с шумовыми помехами имеет тренировка наблюдателей (слухачей), которые должны уметь сосредоточить слух на одном каком-нибудь звуке, выделяя его из массы других посторонних звуков. Это умение наблюдателей является решающим фактором в борьбе со всеми шумовыми помехами. Посторонние шумы будут всегда; умение слухачей фильтровать их при слушании самолёта позволит услышать самолёт на большем расстоянии и определить направление на него более точно.

ГЛАВА VII

ТОЧНОСТЬ РАБОТЫ ЗВУКОПЕЛЕНГАТОРОВ

22. Акустическое и истинное направления на самолет

Ранее указывалось на возможную точность определения направления на источник звука при использовании бинауральной способности человека (см. раздел 19), но тогда не были еще учтены в общей совокупности все факторы, влияющие на точность работы звукопеленга-

тора. Оказывается, при работе этого прибора имеют место погрешности двух видов: **незакономерные и закономерные.** Эти погрешности могут привести к тому, что звукопеленгатор определит не истинное направление на самолёт, а кажущееся акустическое направление, которое может значительно отличаться от истинного; наводить прожектор по этому акустическому направлению не следует, так как в этом случае цель никогда не будет освещена.

Чтобы понять разницу между акустическим и истинным направлением, необходимо выяснить сущность незакономерных и закономерных погрешностей.

Незакономерными погрешностями считаются **субъективные ошибки наблюдателей** и инструментальные ошибки самого звукопеленгатора.

При определении направления на самолёт субъективные ошибки наблюдателей возникают вследствие неодинаковой восприимчивости обоих ушей к звукам всех слышимых частот, пониженной остроты слуха из-за утомляемости (и других причин), а также вследствие пониженной остроты бинаурального чувства. Какова величина этой погрешности, сказать трудно, её можно определить каждый раз только для вполне конкретных условий, при других условиях она может иметь совершенно другое значение и вообще может меняться в самых произвольных пределах незакономерно. В более общем смысле величина этой погрешности зависит от методов проверки и испытания слухачей, а также от степени их обученности и натренированности в работе по самолётам.

Инструментальные ошибки самого звукопеленгатора заключаются в следующем. Направление на самолёт будет определено не точно, если звукопеленгатор установлен на позиции не точно по уровням, если акустические оси двух пар звукоприемников не совмещены друг с другом или оси вращения звукоприемников не взаимно перпендикулярны друг к другу и к акустической оси всех звукоприемников. Эти ошибки также неопределённы по своей величине и неизбежны во всяком звукопеленгаторе; они могут меняться в процессе эксплоатации последнего. В более общем смысле величина этих погрешностей зависит от конструктивного совершенства звукопеленгатора и может быть уменьшена путём тщательной проверки осей звукопеленгатора при сборке и при испытаниях его в лабораторных и полевых условиях.

Закономерными погрешностями при определении направления на самолёт **считаются погрешности, обусловленные: движением самолёта, движением среды, в которой распространяется звук, наличием температурной рефракции земной атмосферы и наличием некоторого расстояния (базы) между звукопеленгатором и прожектором.**

Прежде чем приступить к выяснению природы этих погрешностей, укажем, что положение источника звука в пространстве определяется на основании следующих данных. Если на местности выберем некоторое направление Ox (рис. 41) за начальное, то, базируясь на нём, можем построить систему прямоугольных пространственных координат x, y, z. Допустим далее, что воздушная цель, являющаяся источником звука, движется в некоторой горизонтальной плоскости равномерно и прямолинейно на высоте H, и в данный момент времени находится в верти-

кальной плоскости $ZOSM$, которую принято называть **плоскостью визирования.** Движение цели от точки A к точке C может рассматриваться как движение по двум составляющим: AD, лежащей в плоскости визирования, и AB, перпендикулярной к ней. В таком случае положение точки A в каждый данный момент времени может быть определено в зависимости от трёх величин:

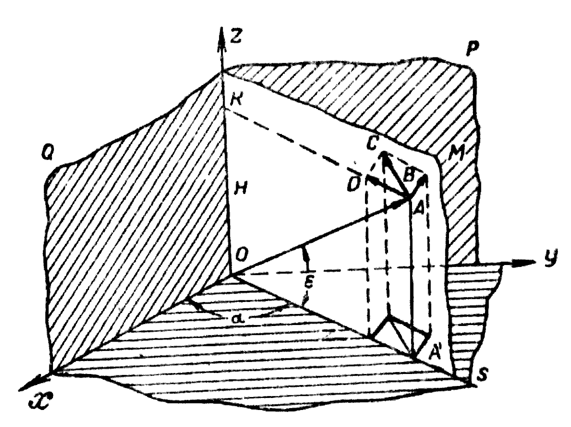


Рис. 41. Пространственные координаты цели.

1) угла между вертикальной плоскостью, проходящей через выбранное нами направление начального визирования (плоскости $ZOXQ$), и плоскостью визирования $ZOSM$ (этот угол α принято называть **азимутом цели**);

2) угла между **горизонтальной** плоскостью xSy и линией визирования OA, лежащей в плоскости визирования (этот угол ε принято называть **углом места цели**);

3) величины **наклонной дальности** до цели $OA = D_н$, **горизонтальной дальности** $OA' = D_г$, или **высоты цели** H над уровнем земной поверхности.

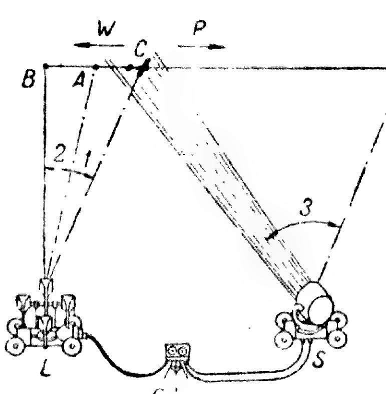


Рис. 42. Физический смысл отклонения акустического направления на самолёт от истинного оптического направления.

Итак, положение движущейся в пространстве воздушной цели может быть определено координатами A (α, ε, H).

Необходимо иметь в виду, что современные звукопеленгаторы определяют акустическое направление на самолёт и, следовательно, дают нам только две координаты цели — α и ε. Третья координата может быть определена или с помощью специального акустического высотомера или с помощью дальномера при освещённой лучом прожектора воздушной цели. Иногда этой третьей координатой приходится задаваться, причём с одинаковым успехом можно задаваться или величиной H, или величиной $D_н$, или же величиной $D_г$.

Итак, первая из закономерных погрешностей, как было уже сказано, обусловлена движением самолета. Скорости современных самолётов колеблются от 40 до 180 м/сек, т. е. соизмеримы со скоростью звука. Следовательно, если самолёт C (рис. 42) перемещается в некотором направлении со скоростью v, то, очевидно, пока звук дойдёт от

точки A (где был самолёт) до звукоулавливателя L, самолёт успеет переместиться на значительное расстояние и окажется в точке C. Так как движение самолёта за время прохождения звука от A до L могло происходить в любом направлении, то погрешность в определении направления на самолёт (вследствие движения самолёта) разложится на погрешность в азимуте $\Delta\alpha_v$ и на погрешность в угле места $\Delta\varepsilon_v$.

Иногда эту погрешность называют погрешностью вследствие запаздывания звука и говорят, что надо ввести «поправку на запаздывание звука». Такое выражение справедливо потому, что звук имеет малую скорость распространения, незначительно превышающую скорость движения современных самолётов.

Вторая закономерная погрешность обусловлена движением среды, в которой распространяются звуковые колебания, порождаемые самолётом. В самом деле, если в направлении от точки A к точке B (рис. 42) движется среда со скоростью w под влиянием ветра, то наш акустический пеленгатор укажет направление на самолет не по линии LA, а по линии LB и, следовательно, угол LAB будет определять погрешность, обусловленную движением среды или наличием ветра. Эта погрешность, по аналогии с первой, в пространстве также разложится на две погрешности: для азимута $\Delta\alpha_w$ и угла места $\Delta\varepsilon_w$. Так как скорости и направления ветра на различных высотах могут быть различные, на практике приходится использовать понятие **акустического ветра.** Под акустическим ветром понимается такой постоянный по величине и направлению ветер, который вызвал бы такое же отклонение звуковых лучей по азимуту и углу места, как и некоторый действительный ветер. О том, как определяется акустический ветер, будет сказано ниже.

Третьей закономерной погрешностью акустического направления на самолёт является погрешность, обусловленная наличием температурной рефракции звука в атмосфере. Как уже указывалось ранее, искривление звуковых лучей под влиянием различной температуры воздушных слоёв может быть также пространственным, и звукопеленгатор будет показывать не истинное направление на источник звука, а направление, касательное к искривленному звуковому лучу.

Наконец, четвертой закономерной погрешностью является погрешность, обусловленная наличием базы между звукопеленгатором и прожектором. Если прожектору дать то направление, которое указывает звукопеленгатор, то луч его окажется направленным по линии SD (рис. 42), тогда как фактически его надо направить по линии SC. Нетрудно понять, что и эта погрешность пространственно разложится на две составляющие: для азимута и угла места.

Все перечисленные закономерные погрешности названы закономерными потому, что величина каждой из них принципиально может быть определена математическим выражением. Однако эти математические выражения могут быть получены только в том случае, если принять некоторые гипотезы, упрощающие расчёты.

Обычно для вывода достаточно точных формул, учитывающих закономерное отступление акустического направления на самолёт от истинного направления, принимают, что:

1) самолёт движется во время акустического поиска равномерно, горизонтально и прямолинейно; курс самолета равновероятен в пределах 360°.

2) акустический ветер смещает кажущееся положение источника звука в горизонтальной плоскости; направление ветра равновероятно в пределах 360°;

3) температура воздуха с высотой убывает по линейному закону, т. е. на равных интервалах высоты в 1 000 м снижается на равную величину $\Delta t = 6°$ С;

4) величина базы между звукопеленгатором и прожектором постоянна, направление базы равновероятно в пределах 360°;

5) инструментальная ошибка прибора и субъективные ошибки слухачей постоянны.

При этих условиях необходимая поправка на запаздывание звука (принимая скорость звука для различных высот постоянной) в координатной системе α, ε, H может быть определена согласно рис. 43 следующим образом. На этом рисунке:

α_0 и ε_0 — азимут и угол места звукопеленгатора;
α_1 и ε_1 — азимут и угол места самолёта;
H — высота полета самолёта;
v — скорость самолёта;
q — курсовой угол самолёта.

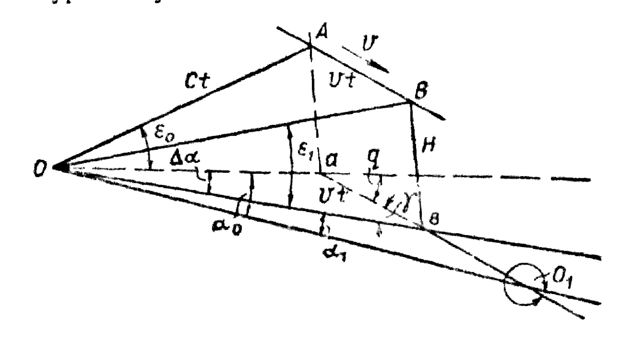


Рис. 43. К выводу формул поправок.

За время t, пока звуковая волна, отделившаяся от самолёта в точке A дойдет до звукопеленгатора, самолёт успеет переместиться на расстояние vt, Следовательно, угол $\Delta\alpha_v$ и будет необходимой поправкой на запаздывание звука в азимуте. Величина этого угла из решения треугольника Oab будет

$$\Delta\alpha_v = \operatorname{arc\,tg} \frac{\sin q}{\frac{c}{v}\cos \varepsilon_0 + \cos q}. \tag{69}$$

Поправка на запаздывание звука в угле места из решения треугольников OBb и Oab будет

$$\Delta\varepsilon_v = \varepsilon_1 - \varepsilon_0 = \operatorname{arc\,tg} \frac{c \cdot \sin \varepsilon_0}{\sqrt{v^2 + c^2 \cdot \cos^2 \varepsilon_0 + 2\, v \cdot c \cdot \cos \varepsilon_0 \cdot \cos q}} - \varepsilon_0. \tag{70}$$

Величины необходимых поправок на ветер в азимуте и угле места можно найти, используя тот же рис. 43 и принимая во внимание следующие соображения: 1) среда движется со скоростью w и 2) поправка на снос звука ветром вводится против направления ветра, в отличие от поправки на движение самолёта, вводимой по направлению движения. Поправка на ветер в азимуте будет

$$\Delta\alpha_w = \operatorname{arc\,tg} \frac{w \cdot \sin q_w}{w \cdot \cos q_w + c \cdot \cos \varepsilon_0}, \tag{71}$$

где q_w — угол между направлением ветра и направлением, указанным звукоулавливателем.

Поправка на ветер в угле места будет

$$\Delta\varepsilon_w = \varepsilon_1 - \varepsilon_0 = \operatorname{arc\,tg} \frac{c \cdot \sin \varepsilon_0}{\sqrt{w^2 + c^2 \cdot \cos^2 \varepsilon_0 + 2\, w \cdot c \cdot \cos \varepsilon_0 \cdot \cos q_w}} - \varepsilon_0. \tag{72}$$

Поправка на температурную рефракцию чаще всего учитывается только по углу места и может быть определена так:

$$\Delta\varepsilon_\theta = \operatorname{arc\,tg} \frac{(c_0 - c_H)\cos\varepsilon_0}{\sqrt{c_0^2 - c_H \cdot \cos^2\varepsilon_0 - c_0 \cdot \sin\varepsilon_0}} - \varepsilon_0, \qquad (73)$$

где c_0 — скорость звука у поверхности земли, равная по формуле (59) $c_0 = 331{,}5 + 0{,}61 \cdot t_0$;

c_H — скорость звука на высоте полёта самолёта, равная $c_H = 331{,}5 + 0{,}61 \cdot (t_0 - \Delta t \cdot H)$.

Поправка на базу между прожектором и звукопеленгатором в азимуте будет

$$\Delta\alpha_Б = \operatorname{arc\,tg} \frac{Б \cdot \sin\alpha_Б}{H \cdot \operatorname{ctg}\varepsilon - Б \cdot \cos\alpha_Б}, \qquad (74)$$

где $\alpha_Б$ — угол между линией базы и направлением, указанным звукопеленгатором.

Поправка на базу в угле места будет

$$\Delta\varepsilon_Б = \operatorname{arc\,tg} \frac{H}{\sqrt{Б^2 + H^2 \cdot \operatorname{ctg}^2\varepsilon_0 - 2Б \cdot H \cdot \cos\alpha_Б}} - \varepsilon_0. \qquad (75)$$

Приведенные здесь точные формулы поправок должны решаться все время при пеленгировании самолёта, для того чтобы иметь возможность в каждый данный момент наводить прожектор на самолёт как можно точнее до открытия луча. Решаются эти формулы различными методами.

Если известны величины H, v, c, w, c_0, c_H, $\alpha_Б$ и $Б$, то при определённых значениях ε_0, q, q_w и $\alpha_Б$ формулы решаются в самом общем виде. Однако, как правило, все эти величины нельзя определить точно перед тем, как начать вводить поправки в получаемое направление. В самом деле, определить высоту H полёта самолёта не представляется возможным и приходится ею задаваться; то же самое и в отношении скорости его v. Скорость ветра w (по величине и направлению) и температуры t_0 и t_H для определения скоростей звука c_0 и c_H можно получить от какого-либо метеорологического поста или станции, к чему и приходится прибегать. Азимут базы $\alpha_Б$ и величина самой базы $Б$ определяются достаточно точно. Курсовой угол самолёта может быть определён с точностью акустических азимута α и угла места ε. Одним из наиболее распространённых методов решения формул поправок является решение их **в автоматическом акустическом корректоре.**

Современные корректоры строятся так, что могут решать точные математические выражения поправок лишь с некоторой степенью приближённости или решать некоторые более простые зависимости между перечисленными величинами, полученные после дальнейших упрощений.

Если для предварительной наводки зенитного прожектора, во избежание длительного и малоуспешного поиска цели лучом (что будет демаскировать систему и средства ПВО и позволит самолёту противника уйти из зоны освещения), необходим звукопеленгатор, то для более точной наводки прожектора в цель необходим корректор, перерабатывающий акустическое направление в направление, исправленное на величину закономерных погрешностей.

23. Графический и табличный способы решения поправок

Одним из самых простейших способов вычислений поправок является графический способ, основанный на принципе котангенсной проекции на планшете. Этот способ применяют при работе с легкими звукопеленгаторами, не имеющими автоматического корректора. Основой котангенсного планшета является концентрическая котангенсная сетка

или вращающаяся радиальная линейка с котангенсными делениями. Напомним, что в математике для графического изображения зависимости котангенса угла ε от самого угла ε пользуются так называемой линией котангенса, которая (рис. 44), будучи касательной к окружности

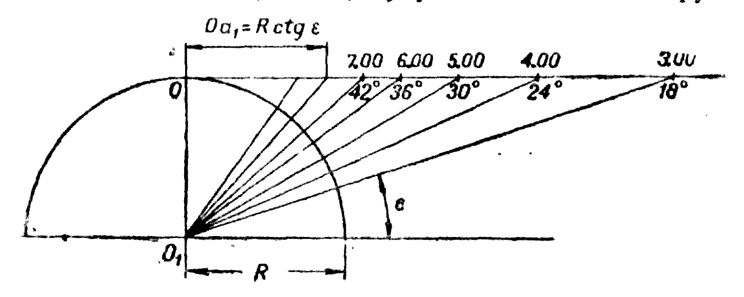


Рис. 44. Принцип котангенсной проекции.

единичного радиуса, проводится параллельно оси иксов через точку, отвечающую углу в 90°. Котангенсный планшет представляет собой диск диаметром около 60 см с делениями на кромке в градусах или в делениях угломера. В центре этого планшета закреплена радиальная линейка, могущая вращаться около центра диска. На линейке нанесены деления, пропорциональные котангенсам угла места ε, причём цифры непосредственно обозначают углы либо в градусах, либо в делениях угломера. Если радиус окружности, взятой для расчёта котангенсной линейки, не равен единице, а равен отрезку OO_1 (рис. 45), представляющему масштаб планшета, тогда все деления на линейке от центра её будут нанесены по формуле:

$$O a_1 = R \cdot \mathrm{ctg}\,\varepsilon\,, \qquad (76)$$

где Oa_1 — длина отрезка, измеренного от центра O до некоторой точки на линейке, соответствующей заданному углу ε;
$R = OO_1$ — масштаб планшета.

Последовательность решения задачи по определению поправки на запаздывание звука представляется в следующем виде. Пусть линия AB (рис. 45) есть путь движущегося самолёта, а линия OA — направление

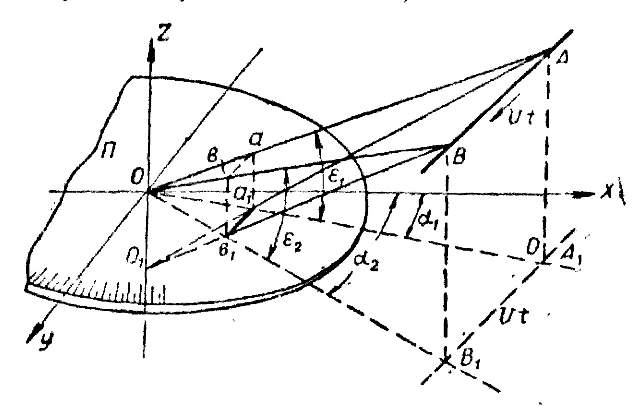


Рис. 45. Засечки положения цели на котангенсном планшете.

на самолёт, указанное звукопеленгатором. Это направление может быть отмечено на планшете точкой a_1, у которой азимут взят согласно азимуту звукопеленгатора α_1, отсчитанному (по делениям на кромке диска планшета) от линии начального визирования OX, а угол места взят по радиальной линейке согласно углу места звукопеленгатора ε_1. Точку a_1 отмечает на планшете графист в тот момент, когда он услышит первые отсчеты по лимбам звукопеленгатора, сообщаемые чтецами по обнаружении цели наблюдателями, слушающими через акустическую систему. Ровно через 10 сек. (по секундомеру) чтецы сообщают следующий азимут α_2 и угол места ε_2 нового акустического направления. Графист наносит на планшете точку b_1 и соединяет при помощи переносной линейки точку a_1 с точкой b_1 прямой линией. Эта прямая определит направление акустического курса цели и явится проекцией этого курса на планшете. Но в силу введённых в задачу упрощений эта проекция может считаться проекцией истинного курса самолёта при отсутствии ветра.

Поправка на запаздывание звука должна быть отложена вдоль курса самолёта и её можно определить следующим образом. Представим себе, что первая точка, нанесённая на планшет, или точка a_1, явилась второй точкой, и курс самолёта уже был определён. Тогда направление на самолёт (с учётом поправки) не будет являться направлением OA, а будет некоторым другим направлением OB на том же рис. 45. Тогда, очевидно, поправка в определении направления на проекции курса выразится отрезком a_1b_1. Величину этого отрезка можно найти из подобия треугольников Oa_1b_1 и OA_1B_1:

$$\frac{a_1 b_1}{A_1B_1} = \frac{Oa_1}{OA_1} .$$

Но так как

$$Oa_1 = R \cdot \operatorname{ctg} \varepsilon_1, \quad A_1B_1 = vt \text{ и } OA_1 = D_г = D_H \cdot \cos c \cdot t \cdot \cos \varepsilon_1,$$

$$a_1b_1 = \frac{R \cdot \operatorname{ctg} \varepsilon \cdot v \cdot t}{c \cdot t \cdot \cos \varepsilon} = R \frac{v}{c} \cdot \frac{1}{\sin \varepsilon}, \tag{77}$$

где v — скорость самолета;
c — скорость звука;
R — масштаб планшета;
ε — угол места, указанный звукопеленгатором.

Из приведённого решения видно, что его легко можно выполнить, если задаться некоторой скоростью самолёта и скоростью звука. Для облегчения вычисления поправок уравнение (77) принято представлять в виде номограммы. Для этого при постоянной скорости самолета $v = \text{const}$ и скорости звука $c = \text{const}$ уравнение (77) преобразуется так:

$$a_1b_1 = c_0 \frac{1}{\sin \varepsilon} \quad \text{или} \quad (a_1b_1) \cdot \sin \varepsilon = c_0 , \tag{78}$$

где $c_0 = R \frac{v}{c}$ — некоторая постоянная.

Уравнение (78) является уравнением гиперболы. Исходя из диапазона возможных скоростей, можно построить семейство таких гипербол, отвечающих определённым значениям v.

Подобная номограмма представлена на рис. 46, причём в нижнем квадранте дана кривая зависимости sin ε от угла ε для удобства перехода от угла ε к sin ε. Пользование такой номограммой сводится к следующему. По данному значению угла ε находят в нижнем квадранте sin ε, затем переходят в верхний квадрант и «поднимаются» до

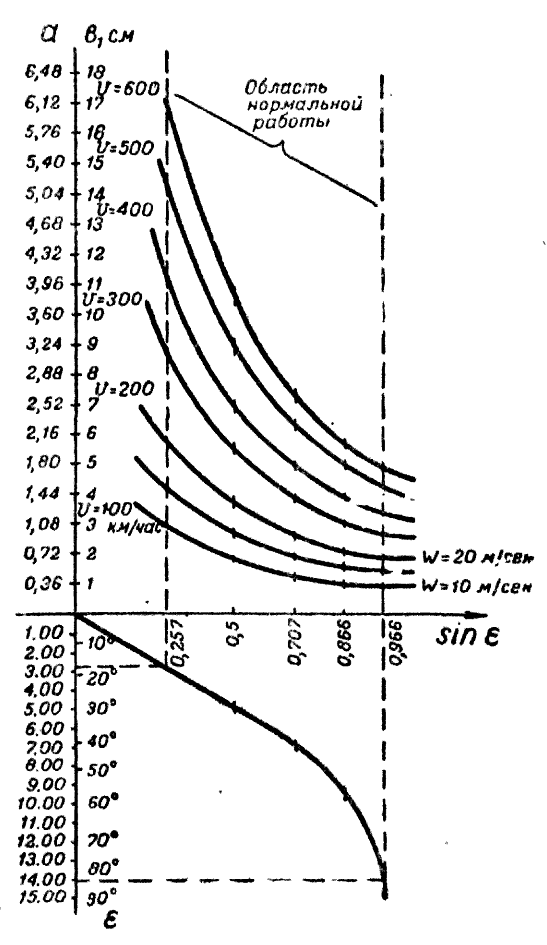


Рис. 46. Номограмма для определения поправок на запаздывание звука и на ветер.

кривой, отвечающей заданному значению v, проведя горизонталь справа налево, читают полученную поправку a_1b_1 в миллиметрах.

Если предположить, что звукопеленгатор будет работать в диапазоне углов места от 18 до 84° (от 3 до 14 больших делений угломера) и принять масштаб планшета R = 10 см, то длина котангенсной линейки и радиус диска планшета определятся так:

$$r = R\cdot\text{ctg } 18^\circ = R\cdot\text{tg } 72^0 = 10\cdot 3{,}08 = 30{,}8 \text{ см.} \quad (79)$$

В табл. 3 приведён расчёт делений котангенсной линейки данных масштабов.

Таблица 3

Угол места: градусы	Угол места: деления угломера	ctg ε	Oa_1 в см	Угол места: градусы	Угол места: деления угломера	ctg ε	Oa_1 в см
18	3	3,08	30,8	54	9	0,726	7,26
24	4	2,25	22,5	60	10	0,577	5,77
30	5	1,75	17,3	66	11	0,445	4,45
36	6	1,38	13,8	72	12	0,325	3,25
42	7	1,11	11,1	78	13	0,212	2,12
48	8	0,90	9,0	84	14	0,105	1,05

При вычислении постоянной c_0 нужно исходить из следующих значений отдельных величин: $R = 10$ см; $c = 335$ м/сек и $v = 100$ км/час. Таким образом, для первой гиперболы $c_0 = 0,83$.

Соответственно для скоростей самолета $v = 200$; 300; 400; 500 и 600 км/час значение постоянной c_0 будет: 1,66; 2,49; 3,32; 4,15 и 4,98 см.

Для построения номограммы, изображенной на рис. 46, произведён расчёт кривых по уравнению (78) и результаты этого расчёта сведены в табл. 4.

Таблица 4

Угол места ε	sin ε	Поправка a_1b_1 в см при скорости самолёта v в км/час: 100	200	400	600
15°	0,257	3,20	6,40	12,80	19,20
30°	0,500	1,66	3,32	6,64	9,96
45°	0,707	1,17	2,34	4,68	7,02
60°	0,866	0,91	1,82	3,64	5,46
75°	0,966	0,86	1,72	3,44	5,16
90°	1,000	0,83	1,66	3,32	4,98

После того как графист получит второй отсчёт и прочертит на планшете линию курса самолёта, обращаясь к номограмме на рис. 46, он получит необходимую величину поправки; отложив её вдоль линии курса самолёта, прочтёт исправленные азимут и угол места, пользуясь передвижной радиальной линейкой. Например, он устанавливает линейку по направлению Ob_1, читает α_2 и ε_2 (рис. 45).

Необходимо иметь в виду, что пока графист проводит прямую линию на планшете, определяющую курс самолёта, и пока он, пользуясь последним сказанным ему углом места, находит по номограмме величину поправки a_1b_1, пройдёт тоже около 10 секунд. Поэтому величина поправок на планшете откладывается после того, как вдоль линии курса будет отложено двойное значение отрезка a_1b_1, найденного при определении курса цели (т. е. за первые 10 сек.). Таким образом учитывается работное время графиста, и с момента первого отсчёта до открытия луча после определения поправки проходит 20 сек.

При учёте влияния ветра работа на планшете несколько усложняется, и работное время графиста увеличивается до полминуты. В данном случае предполагается, что ветер смещает источник звука, а следовательно, и проекцию его в точках a_1 и b_1 на планшете, в том направлении, в котором дует. Так, например, если ветер направлен вдоль линии визирования OX (рис. 45), то точки a_1 и b_1 должны быть соответственно сдвинуты на одинаковую величину параллельно линии визирования, но в сторону, противоположную направлению ветра. Величина этого смещения теоретически выражается такой же формулой, как и поправка на запаздывание звука (формула 77), и определяется по номограммам, которые подобны представленным на рис. 46, с той лишь разницей, что для определения поправки здесь надо брать соответствующую скорость ветра w. Направление ветра обычно наносится в виде прямой линии на планшет сразу же после ориентировки его по компасу[1].

Следует заметить, что этот способ достаточно прост, однако необходимая быстрота и точность работы всецело зависят от натренированности обслуживающего персонала. В силу этого работа всей системы оказывается не однообразной и неодинаково точной и успешной при различных условиях.

Иногда для введения поправок вместо планшета и номограмм используют заранее рассчитанные по этому же принципу значения исправленных углов азимута и углов места, сведённые в таблицу. Форма таблицы и порядок пользования ею приведены в приложении 6.

24. Неакустические способы пеленгации самолётов

В течение ряда последних лет различные исследователи работают над изысканием других способов пеленгации самолётов, так как современные звукопеленгаторы далеко не удовлетворяют всем требованиям. Основными недостатками звукопеленгаторов являются: 1) малая дальность действия их; 2) зависимость работы от метеорологических условий; 3) возможность шумовых помех и 4) малый отрезок времени от момента обнаружения самолёта до момента прихода его к позиции звукопеленгатора (при дальности слышимости в 10 км и при средней скорости современных самолетов в пределах 350 ÷ 500 км/час это время составляет от 1,2 до 1,7 мин.).

С ростом скорости современных самолётов дальность действия звукопеленгаторов становится все более и более недостаточной и точность определения направления на самолёт также снижается.

Изыскания неакустических методов пеленгации самолётов ведутся главным образом по линии использования ультракоротких радио-

[1] Величину поправки на ветер можно находить по номограмме на рис. 3, пользуясь другой наружной шкалой, деления которой уменьшены в отношении

$$\frac{c_1}{c_0} = \frac{w}{v};$$

например, при $v = 100$ км/час и $w = 10$ м/сек имеем

$$\frac{c_1}{c_0} = \frac{36}{100} = 0{,}36.$$

волн (УКВ), так как радиоволны распространяются со скоростью света ($c = 299796 \pm 4$ км/сек), вне зависимости от метеорологических условий, причём шумовые помехи не сказываются.

Установки для обнаружения самолёта и определения направления на него, действующие на принципе приема отражённой от самолёта электромагнитной энергии, могут иметь различное устройство, в зависимости от основного способа передачи и приёма отражённых ультракоротких волн, от способа генерирования и приёма их и от антенного устройства передатчика и приемника.

Известны три основных способа передачи и приема УКВ, отраженных от самолёта, с целью радиообнаружения и радиопеленгования последнего.

Первый способ, основанный на эффекте Доплера, заключается в том, что частота колебаний в точке приёма отраженных от самолёта УКВ не будет равна частоте колебаний, излучаемых передатчиком, т. е.

$$f_{пр} = f_{пер} \cdot \left(1 \pm \frac{v \cdot \cos q}{c}\right), \tag{80}$$

где $f_{пр}$ — частота в точке приёма;

$f_{пер}$ — частота колебаний, излучаемых передатчиком;

v — скорость движения цели в км/час;

угол между направлением распространения колебаний передатчика и направлением движения цели;

c — скорость света.

Опыт показывает, что УКВ отражаются от самолета диффузно, очевидно, вследствие движения цели и непрерывного изменения ее положения в пространстве. Если бы имело место зеркальное отражение, тогда эффекта в приёмной части установки не получилось так как отраженные волны ушли бы в сторону.

Отличие $f_{пр}$ от $f_{пер}$ позволяет путем наложения в приемнике частот, излучаемых генератором и отражённых самолетом, обнаружить самолет. В приемной части получают некоторую частоту биений, которая и воспринимается тем или иным индикатором и указывает на присутствие самолета в пучке лучей, излучаемых антенной передатчика. Из формулы (80) видно, что чем больше скорость самолёта, тем больше частота биений ($f_{пр}$—$f_{пер}$); это улучшает условия приёма.

Второй способ заключается в использовании установок с частотной модуляцией, т. е. установок с управляемыми частотами незатухающих колебаний передатчика. Если нет цели, то $f_{пр} = f_{пер}$; если же цель имеется, то

$$f_{пер} - f_{пр} = \Delta f = \kappa \cdot \Delta t = \kappa \frac{2L}{c}, \tag{81}$$

где Δt — среднее запаздывание сигнала;

κ — тангенс угла наклона прямой, выражающей линейное изменение частоты по времени;

L — дальность до цели.

Задача определения расстояния до самолёта сводится к определению разностной частоты $F = \Delta f$. Направление на самолёт определяется на основании направленных свойств антенны, о чём будет сказано ниже.

Третий способ заключается в использовании установок, посылающих кратковременные импульсы электромагнитной энергии. Если в зоне действия установки цели нет, то сигналы приходят на приёмник непосредственно; при наличии цели на приемник через некоторое время будет поступать ещё сигнал отраженных УКВ. По разности времён поступающих сигналов можно судить о расстоянии до цели.

Если $\Delta t = \frac{2L}{c}$, то при $L = 10$ км и $c = 3 \cdot 10^5$ км/сек

$$\Delta t = \frac{2}{3} \cdot 10^{-4} \text{ сек.}$$

Генерирование УКВ связано со следующими трудностями:

1) трудность осуществления колебательного контура;

2) сложность электронных ламп;

3) необходимость учёта времени пролёта электронов в лампе;

4) сравнимость длины волны с геометрическими размерами проводников.

В установках, работающих по способу излучения и приёма импульсов, для получения импульсов применяются специальные генераторы. Особенность импульсных генераторов заключается в следующем.

Во-первых, мощность в импульсе может достигать очень больших значений по сравнению со средней мощностью $P_{ср}$ генератора:

$$P_{ср} = P_{имп} \cdot \tau \cdot f\,, \tag{82}$$

где f — число импульсов в секунду;

τ — длительность импульса.

Если $P_{имп} = 150$ квт, $\tau = 10$ м/сек, $f = 50$ пер/сек,

$$P_{ср} = 150 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot 50 = 75 \text{ вт.}$$

Во-вторых, лампа должна давать достаточно большую силу тока в импульсе, поэтому необходимо применять специальные лампы, обладающие большой эмиссионной способностью.

Современные установки радиообнаружения дают возможность определять три координаты, характеризующие положение цели, и определять курс и скорость самолёта в воздухе.

Определение наклонной дальности L до цели осуществляется путём определения разности времён посылки импульса к цели и приема отражённого импульса:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{2L}{c}. \tag{83}$$

На экране катодного осциллографа получают одно пятно, характеризующее временное положение посылаемого импульса, причём на экране имеют шкалу, масштаб которой вычислен на основании выражения $T_p = \frac{2L_{max}}{c}$. На этой же шкале получают второе пятно, положение которого зависит от развёртывающего напряжения, а величина последнего в данный момент времени зависит от расстояния до отража-

ющего объекта. Расстояние между пятнами на шкале экрана катодного осциллографа равно:

$$x = K_1 \cdot U_p = K \cdot K_1 \cdot \Delta t = K \cdot K_1 \frac{2L}{c} = C_0 \cdot L, \qquad (84)$$

где U_p — развёртывающее напряжение;
K_1,K и C_0 — постоянные коэфициенты пропорциональности.

Таким образом, эта шкала может быть проградуирована в значениях наклонной дальности.

Азимут цели может определяться путём использования свойств направленности излучения УКВ антенной. В качестве антенн в установках радиообнаружения применяют проводники, длина которых соизмерима с длиной волны (вибраторы), рамки и комбинированные антенные устройства. Антенна излучает не вся целиком, а только её отдельные части, поэтому наблюдается направленное действие антенн как результат сложения волн в точке приема, пришедших от разных частей антенны. Комбинируя сложные антенны из простых (вибраторов, полуволновых вибраторов) и управляя фазами питающих токов, можно получить антенны остронаправленного действия. Вообще говоря, характеристиками направленности антенны можно управлять: а) путём вращения антенны (определяя местоположение цели по максимуму приема сигнала); б) путём изменения высоты подъема антенны, когда изменяется угол наклона характеристики; в) путём применения комбинированных антенн; г) путём применения рамочного радиогониометра и, наконец, д) путем использования радиогониометра совместно с другими антенными устройствами.

Азимут цели может определяться путём вращения антенного устройства. При начальной установке антенна ориентируется так, чтобы характеристка была направлена на север. Поворотом характеристики просматривается область действия установки.

Азимут цели можно определять, используя две антенны: одну с характеристикой направленности в горизонтальной плоскости в виде окружности, а другую с характеристикой направленности в виде двух лепестков с нулевой линией посредине. Обе антенны включаются на специальный переключатель. Задача переключателя состоит в том, чтобы переключать фазу второй антенны с достаточно большой скоростью (50—100 раз в секунду). С этого переключателя э. д. с. от обеих антенн подаётся на вход приёмника. Переключатель меняет знак э. д. с. второй антенны так, что $E' = E_I - E_{II}$ или $E'' = E_I + E_{II}$. Если антенна не направлена на цель, то $E_{II} \neq 0$ и $E' < E''$. Наличие двух разных сигналов в осциллографе свидетельствует о том, что антенна не направлена на цель. При ориентировании антенны на цель $E_{II} = 0$ и, следовательно, $E' = E''$ и на вход приемника будут поступать одинаковые э. д. с. — сигналы будут одинаковы, т. е. они сольются. Это и будет указывать на то, что передатчик ориентирован на цель.

Угол места цели или высоту цели определяют также по характеристике направленности антенны, т. е. по моменту вхождения цели в зону действия установки. Более точно угол места цели (или её высоту) можно определить по методу изменения высоты подъёма антенны;

изменяя высоту антенны, добиваются или максимума или минимума сигнала, а затем, имея график зависимости $\varepsilon = f(U)$, определяют угол места цели.

Приёмники, применяемые в установках радиообнаружения, бывают чаще всего супергетеродинного типа. Особенностями этих приемников являются: 1) высокая избирательность (большое число колебательных контуров); 2) высокая устойчивость приемника, которая повышается тщательной экранировкой и монтажом, двойным преобразованием частоты и удвоением частоты гетеродина; 3) простота управления (промежуточные контуры настроены раз и навсегда на промежуточную частоту); 4) сложность конструкции и регулировки.

Современные установки радиообнаружения дают возможность определять азимут цели с точностью до 0-10 ÷ 0-15 делений угломера, высоту и наклонную дальность для углов места они определяют достаточно точно от 15 до 48°, меньшую точность дают от 48 до 60°, а от 60° и выше данные от них получить невозможно.

Необходимо заметить, что этот способ пеленгации самолётов свободен от всех основных недостатков акустического способа, поэтому можно полагать, что по мере развития приборов радиообнаружения акустические пеленгаторы будут заменены радиопеленгаторами.

Попытки применить для обнаружения самолёта отраженные от его поверхности инфракрасные лучи не дали таких результатов, которые могли бы использоваться на практике.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

МАТЕРИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ СИСТЕМ „ПРОЖЗВУК"

ГЛАВА VIII

УСТРОЙСТВО ЗЕНИТНЫХ ПРОЖЕКТОРОВ

25. Устройство кожуха прожектора

По типу кожуха современные зенитные прожекторы бывают открытые, полуоткрытые и закрытые.

Характерным представителем прожекторов открытого типа является прожектор О-15-2, общий вид которого показан на рис. 47. Кожух

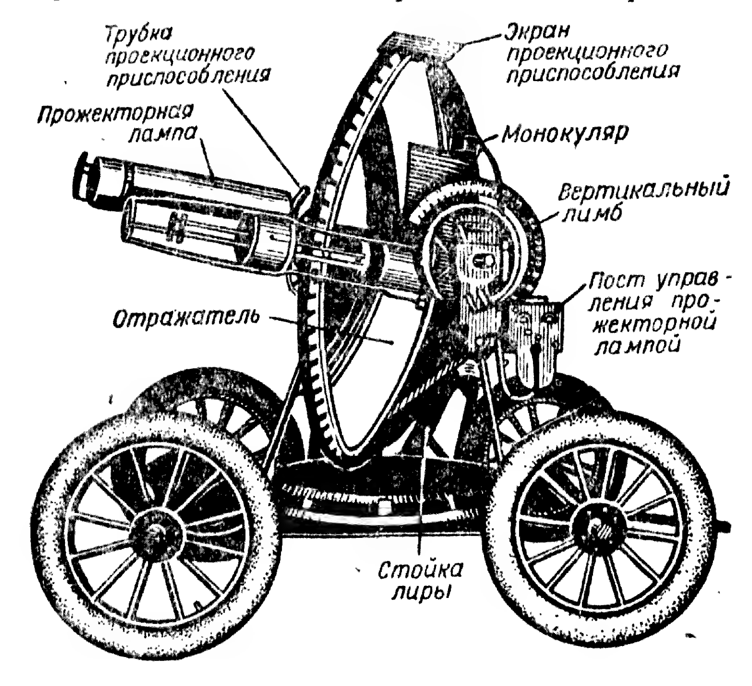


Рис. 47. Прожектор открытого типа О-15-2.

выполнен в виде достаточно прочной оправы для отражателя из согнутой кузнечным способом в кольцо и сваренной на стыке полосы углового железа. К этому кольцу крепится при помощи паукообразной фермы подвешенный в центре кольца патрон для установки дуговой лампы; промежутки между полосами фермы забраны листовым алюминием, образующим тыльную выпуклую стенку, предохраняющую отра-

жатель. Отражатель этого прожектора имеет в своей центральной части вырез диаметром 32,5 см и устанавливается в оправу так, что кромка выреза опирается на заточку в патроне, а внешняя кромка отражателя опирается на внешнее кольцо из углового железа.

На рис. 48 представлена схема крепления отражателя на кромке. Тыльная сторона кромки отражателя опирается на кольцо *2* через слой пластинчатого асбеста *1*. С лицевой стороны кромки отражатель удерживается через слой асбеста ленточными стальными пружинами *4*, прикреплёнными винтами к горизонтальной полке угольника. Общее число пружин по окружности 150-см отражателя равно 50. Пространство между торцовой частью кромки отражателя и оправой заполнено шнуровым асбестом. Крепление это достаточно эластично. Однако плотной посадки отражателя в рамку достигнуть довольно трудно. Асбест под пружинами крепления сминается неравномерно, и приходится время от времени степень нажатия всех пружин проверять. При транспортировке прожектора отражатель устанавливается лицевой стороной вниз, так что вся его тяжесть передаётся на пружины, которые амортизируют толчки.

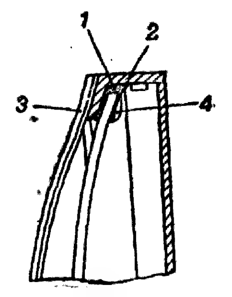


Рис. 48. Крепление отражателя в прожекторе О-15-2:
1 — асбестовая подкладка; *2* — кольцо-оправа; *3* — полоса углового железа на тыльной стенке; *4* — пружина крепления.

Прожекторы полуоткрытого типа имеют кожух не просто в виде оправы для отражателя, но чаще всего в виде вогнутого днища с короткими цилиндрическими боковыми стенками, иногда слегка загнутыми внутрь. В световом отверстии кожуха защитное стекло не устанавливается. Кожух может представлять собой достаточно прочную отливку из алюминиевых сплавов чашкообразной или паукообразной формы, к которой и крепятся тем или иным способом отражатель, источник света и все необходимые механизмы и арматура кожуха. Дуговая лампа этого прожектора, так же как и прожектора открытого типа, должна иметь камеру горения вольтовой дуги и каминную систему вентиляции. Если отливка кожуха выполнена в виде паукообразной оправы для отражателя, то она изнутри или снаружи забирается листовым материалом. Возможно также выполнение полуоткрытого кожуха в виде вогнутого штампованного или клёпаного днища. Типичным представителем прожекторов полуоткрытого типа является прожектор ПО-15-8, об устройстве кожуха которого будет сказано ниже.

Прожекторы закрытого типа имеют кожух в виде барабана, ограниченного сзади выпуклой тыльной стенкой, которая может служить оправой и опорой для отражателя, спереди — плоским или куполообразным защитным стеклом и с боков — цилиндрическими боковыми стенками. Кожух закрытого прожектора может иметь следующие конструктивные разновидности.

1) Кожух л и т о й конструкции составляется из двух или трёх отливок из алюминиевых сплавов. Кожух, состоящий из двух отливок, имеет выпуклое днище с соответствующими боковыми стенками цилиндрической формы и переднюю литую раму, которая или устанавливается на кожухе съёмно или открывается как дверца для доступа

внутрь. К передней раме крепится защитное стекло, жалюзи и пр. На днище кожуха устанавливается отражатель; цилиндрические боковые стенки имеют в различных местах фигурные приливы для крепления различных приспособлений и механизмов, монтируемых на кожухе. В том случае, когда кожух состоит из трех отливок, то последние представляют собой следующее: 1) выпуклое днище с кольцом-оправой для отражателя, 2) передняя рама для защитного стекла и 3) полый цилиндр. Первые две отливки крепятся к полому цилиндру съёмно или как дверцы. Каждая из этих отливок имеет соответствующую назначению форму в сечении и необходимое число внешних и внутренних приливов для крепления деталей, механизмов и арматуры кожуха. В качестве образца прожекторов с такими кожухами можно указать на корабельные прожекторы фирмы «Сперри». У этих прожекторов отливки выполнены из силумина или кремнистого алюминия, представляющего собой сплав следующих металлов: 85% Al + 12% Si + + 1% Fe + 0,6% Cu + 0,5% Mn.

2) Кожух сборной или составной конструкции чаще всего имеет цилиндрическую часть, состоящую из двух опорных силуминовых (иногда бронзовых) колец, связанных между собой продольными брусьями и забранных по внутренней или наружной стороне листовым железом, алюминием или дюралем. Одно из этих колец служит опорой для отражателя, помещённого в чашкообразную оправу, состоящую из отдельного кольца и тыльной стенки из листового материала. Другое кольцо служит опорой для защитного стекла, жалюзи, рассеивающей рамы или диафрагмы, в зависимости от необходимости. Продольные связывающие брусья могут служить для крепления цапф кожуха, механизмов привода для вращения кожуха в угле места и других необходимых приспособлений. Кожухи подобной конструкции довольно легки и прочны, а поэтому встречаются очень часто. Так выполнены кожухи у немецких, чешских, французских, итальянских и некоторых английских зенитных прожекторов.

3) Кожух смешанной конструкции представляет собой комбинацию первой и второй разновидностей. Такой кожух может состоять из задней литой чашкообразной части и передней, состоящей из двух литых колец, соединённых между собой продольными связями или брусьями и забранных с внутренней стороны листовым материалом.

Передняя легкая часть кожуха жёстко крепится при помощи одного из колец к задней литой части. Другое кольцо передней части служит опорой для защитного стекла.

Такую конструкцию кожуха имеют закрытые зенитные прожекторы американской фирмы «Сперри» и принятые на вооружение в Красной Армии зенитные прожекторы типа З-15.

На рис. 49 показан закрытый зенитный прожектор типа З-15, у которого кожух (в виде барабана) состоит из двух частей: задней *1*, литой из силумина, и передней *2*, состоящей из двух литых силуминовых колец *3*, соединённых свернутым в кольцо листовым дюралюминием.

В задней части кожуха смонтирован параболический отражатель, он опирается по краям на приливы на стенке днища, на которые

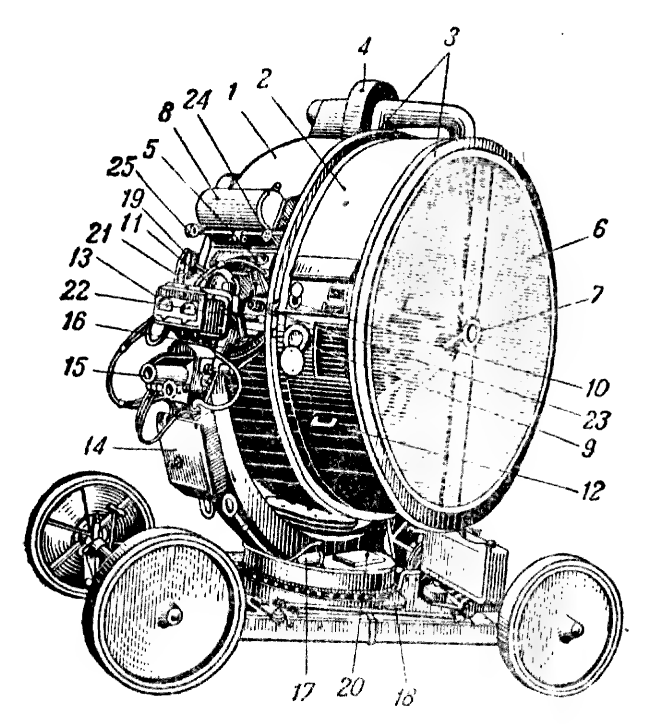


Рис. 49. Прожектор закрытого типа (вид со стороны механизмов управления):

1 — задняя часть барабана; *2* — передняя часть барабана; *3* — литое кольцо; *4* — вентилятор; *5* — выключатель лампочки освещения внутри барабана; *6* — защитное стекло; *7* — центральная втулка крепления защитного стекла; *8* — автомат; *9* — проекционное приспособление; *10* — смотровое окно; *11* — коробка шарикоподшипника правой цапфы; *12* — крышка люка барабана; *13* — коробка измерительных приборов; *14* — коробка рубильника; *15* — механизм вертикального вращения; *16* — лампочка для освещения указателя и лимба вертикального вращения; *17* — лампочка для освещения указателя и лимба горизонтального вращения; *18* — механизм горизонтального вращения; *19* — пружинный буфер; *20* — крышка люка поворотного стола; *21* — зубчатый сектор; *22* — маховичок фокусирующего винта лампы; *23* — термоконтакт; *24* — передний кронштейн визира; *25* — задний кронштейн визира.

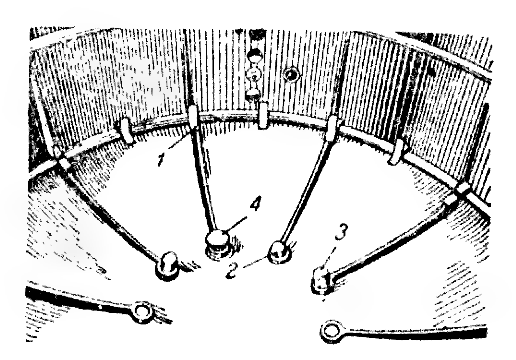


Рис. 50. Задняя часть барабана с деталями крепления отражателя (вид изнутри):

***1*—асбестовая прокладка; *2*—пружина буфера; *3*—войлочная подкладка; *4*—латунная прокладка с асбестом (све рху).**

наложены асбестовые прокладки. К этим приливам отражатель крепится алюминиевыми планками и винтами. Для предохранения отражателя от поломок на небольшом расстоянии от центра на днище литой части кожуха расположены пружины *2* (рис. 50) и войлочные цилиндрические подкладки *3*, поддерживающие центральную часть отражателя и отчасти амортизирующие в некотором отношении вибрацию центральной части отражателя.

У прожекторов закрытого типа кожух снабжается **той или иной системой вентиляции.** Вентиляция у дуговых прожекторов служит, с одной стороны, для охлаждения отражателя, защитного стекла и всех деталей, установленных внутри кожуха, с другой стороны — для удаления из кожуха несгоревших частиц угля и газов, образовавшихся

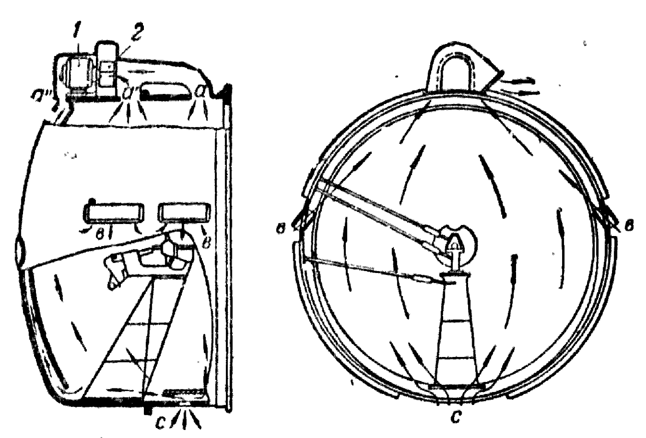


Рис. 51. Схема вентиляционного устройства в кожухе прожектора:
1 — мотор; *2* — вентилятор; *а* — отверстия для высасываемого воздуха; *в* и *с* — отверстия для засасываемого воздуха.

при горении дуги, и недопущения осадков их на отражатель и защитное стекло. Если в малом прожекторе установлена дуговая лампа малой мощности, то для вентиляции кожуха можно ограничиться устройством простейшего вытяжного приспособления; в прожекторах большой мощности приходится строить систему искусственной вентиляции.

Устройство вентиляционной системы прожекторов типа З-15 заключается в следующем. Вверху на литой части кожуха (рис. 51) установлен сериесный электродвигатель *1* постоянного тока мощностью 125 вт напряжением 78 в. На оси якоря электродвигателя закреплено колесо «Сирокко» (рис. 52). Электродвигатель с колесом «Сирокко» прикрыт сверху литым кожухом, имеющим изогнутый патрубок, концевой фланец которого соединяется с кромкой отверстия *а* (рис. 51). У прожекторов типа З-15-4Б кожух вентилятора имеет в задней части съёмную круглую крышку на винтах, через которую можно иметь доступ к выводным клеммам и щёткам электродвигателя.

Воздух из внутренней полости кожуха высасывается вентилятором через отверстия. Одно из них, переднее *а* (рис. 51), служит для высасывания воздуха из передней части кожуха от защитного стекла, другое отверстие *а'* — из средней части кожуха и третье отверстие *а''*

тянет воздух из-за отражателя. Свежий воздух затягивается внутрь кожуха через четыре группы входных вентиляционных отверстий *в*, расположенных на боковых стенках кожуха выше его геометрической оси, и через нижние входные отверстия *с* на передней части кожуха. Первые четыре группы отверстий снабжены снаружи и изнутри кожуха щитками, которые служат для направления поступающего воздуха, для предохранения внутренних частей кожуха от попадания на них дождя или снега, а также для того, чтобы прямой свет от дуговой лампы не проникал наружу.

Нижние отверстия перекрыты внутри направляющим щитком из листового материала и перекрыты сеткой.

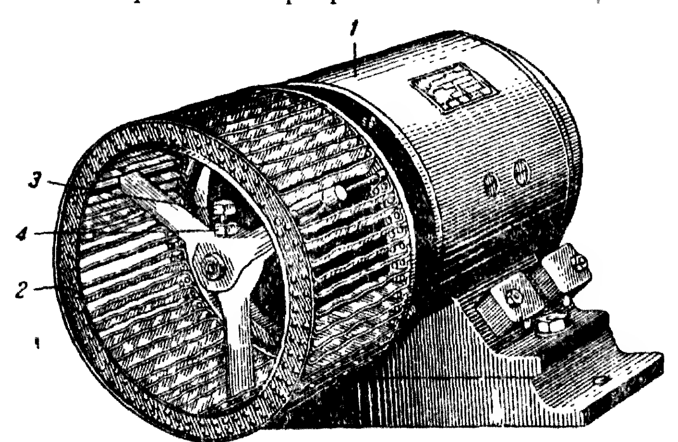


Рис. 52. Электромотор с вентиляторным колесом типа «Сирокко»:

1 — электромотор; 2 — колесо «Сирокко»; 3 — болт для крепления колеса на валу мотора; 4 — контргайка.

У прожекторов полуоткрытого и открытого типа дугу заключают в специальную **камеру горения,** которая должна, с одной стороны, предохранять дугу от задувания ветром, а, с другой стороны, поглощать весь побочный световой поток, излучаемый дугой вне телесного угла светового отверстия отражателя.

Конструктивно камера горения выполняется чаще всего в виде цилиндрической коробки из листового железа или другого материала. На днище камеры горения располагается механизм подачи и вращения анода. Камера не может иметь больших размеров, так как она экранирует полезную площадь светового отверстия прожектора. Но во время горения дуги она сильно раскаляется и, для того чтобы она не прогорала, через её полость необходимо прогонять определенное количество воздуха. Кроме того, если копоть и газы, образовавшиеся внутри камеры при горении дуги, не будут высасываться вентиляцией, то они будут распространяться в нежелательном направлении и оседать на отражатель, понижая его к. п. д. Иногда в прожекторах устанавливают дуговые лампы с перевёрнутой дугой, т. е. такие, у которых отрицательный электрод расположен выше положительного и пламя дуги должно распространяться вниз от электродов. Это делается с той

целью, чтобы пламя дуги, изображаясь отражателем, приходилось в верхней части луча, а не в нижней, как обыкновенно. Если пламя отражателя в нижней части луча, то рассеянный свет от этого пламени мешает наблюдению за целью и создаёт перед прожектором полосу освещения, демаскирующего установку прожектора и повышающего уровень адаптации наблюдателя. Прожекторы с перевёрнутыми дуговыми лампами имеются на вооружении в частях ПВО Германии.

Прожектор открытого типа О-15-2, показанный на рис. 47, имеет дуговую лампу с камерой горения и вытяжной трубой, расположенной параллельно оптической оси. Дуговая лампа этого типа имеет ручную регулировку, а поэтому и вентиляционная система здесь упрощена. Через трубу естественной тягой отсасываются из камеры горения копоть и нагретые газы. Такое устройство лампы имеет тот недостаток, что при электродах низкого качества вся копоть, отведённая из камеры горения через вытяжную трубу, на выходе из последней устремляется вверх и образует перед отражателем столб дыма, который отчасти экранирует световое отверстие прожектора. Кроме того, вытяжная труба сильно увеличивает габариты дуговой лампы и иногда прогорает в верхней части непосредственно у камеры горения. У прожекторов типа ПО-15-8 полуоткрытого типа дуговая лампа имеет перевёрнутую дугу и изогнутый камин — вытяжную трубу, через которую вентилируется камера горения и пламя дуги отсасывается вниз.

Каминная система вентиляции применяется у прожекторов с перевёрнутой дугой фирмы «Лоннекер», у французских зенитных прожекторов фирмы «Барбье-Бенар и Тюренн». У прожекторов открытого и полуоткрытого типа отражатель, детали кожуха и сам камин охлаждаются, кроме того, естественным способом.

Световое отверстие прожектора закрытого типа перекрывается **защитным стеклом.** Чаще всего защитное стекло у зенитных прожекторов плоскопараллельное и разрезанное на несколько секторов или сегментов. Секторное защитное стекло более практично, так как все пластины совершенно одинаковы и взаимно заменяемы. Разрезные защитные стёкла применяют для более надёжного предохранения защитного стекла от разрушения под влиянием механических воздействий и неравномерного нагрева и охлаждения. Сплошное плоское защитное стекло давало бы меньшее поглощение и рассеивание светового потока (не свыше 10%); разрезное защитное стекло даёт дополнительные потери на скосах и фасках неплотно соприкасающихся пластин (около 12%), тем не менее разрезное защитное стекло оказывается более прочным и более удобным для замены. У зенитных прожекторов типа З-15 защитное стекло состоит из 12 отдельных секторов, закреплённых в литом алюминиевом кольце *2* (рис. 53 и 54) планками *1*, под последние подложены асбестовые подкладки *2*. В центре секторы укреплены при помощи втулки *3*, жёстко связанной с передним кольцом стяжками *4*. Через отверстие втулки в лампу прожектора вставляется положительный уголь; это отверстие закрывается крышкой *4* (рис. 53) из изоляционного материала (текстолита). Толщина защитных стёкол у прожектора больших диаметров 6—8 мм.

На боковых стенках кожуха устанавливается несколько приспособлений для управления прожектором. В частности здесь устанав-

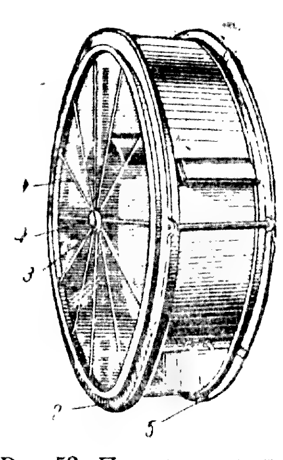


Рис. 53. Передняя часть барабана (вид с боку):

1 — защитное стекло; 2 — переднее литое кольцо; 3 — центральная втулка крепления защитного стекла; 4 — крышка изоляционная; 5 — заднее литое кольцо.

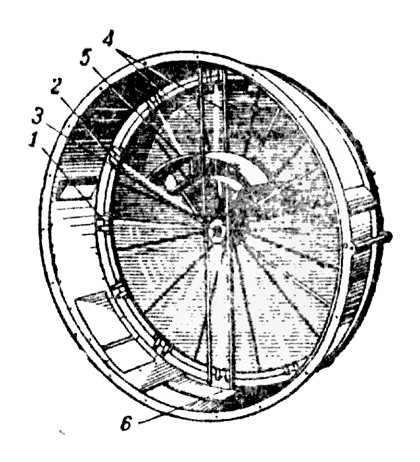


Рис. 54. Передняя часть барабана (вид изнутри):

1 — планка крепления защитного стекла; 2 — асбестовая подкладка; 3 — центральная втулка крепления защитного стекла; 4 — стяжки; 5 — экран; 6 — направляющий щиток.

ливается то или иное **визирное приспособление**, которое служит для ориентировки прожектора на позиции, а также для заблаговременной наводки его. Простейшее визирное приспособление может представлять собой трубу, на переднем конце которой укреплен крест нитей, а с заднего конца труба прикрыта металлической крышкой с небольшим отверстием. Прямая линия, соединяющая центр этого малого отверстия с крестом нитей, является осью трубы или линией визирования и должна проходить параллельно оптической оси отражателя.

Проверка параллельности оси визирования с оптической осью может быть произведена таким простым способом. Прожектор при помощи визирного приспособления наводится на какую-нибудь наиболее яркую звезду или на луну, и если изображение этой звезды или луны, создаваемое отражателем, находится в фокусе отражателя, т. е. против кратера положительного электрода, правильно установленного в дуговую лампу, ось визирного приспособления параллельна оси отражателя. Для проверки местонахождения этого изображения следует в фокальную плоскость отражателя поместить лист белой бумаги, и изображение должно получиться на этой бумаге в фокусе отражателя. Если изображение находится не в фокусе, следует визирное приспособление сдвинуть и затем навести прожектор на звезду снова и снова проверить положение изображения. Таким образом можно добиться параллельности оси визира с оптической осью зеркала. В дневных условиях эта проверка может быть выполнена наводкой визирного приспособления на солнце, устанавливая перед глазом тёмное стекло и добиваясь, чтобы изображение солнца приходилось на кратере положительного электрода.

Простейшее визирное приспособление может служить для ориентировки или для наводки прожектора на предметы, отчетливо видимые

невооруженным глазом. На прожекторах типа З-15 визирное приспособление состоит из двух кронштейнов, установленных на коробке автомата. В переднем кронштейне имеется крест нитей, а в заднем — отверстие для глаза. Кронштейны установлены так, чтобы осевая линия, проходящая через центры отверстия и перекрестие, была параллельна оси луча прожектора. На прожекторах типа О-15-2 в качестве визирного приспособления используется призменная труба-монокуляр (половина призматического бинокля 6 × 30).

Для более удобного наблюдения за горением дуги и за её положением относительно отражателя на кожухе прожектора устанавливается **проекционное приспособление.** При помощи его получают изображение концов горящих электродов на матовом стекле, на котором прочерчены одна или две риски, определяющие нормальное положение

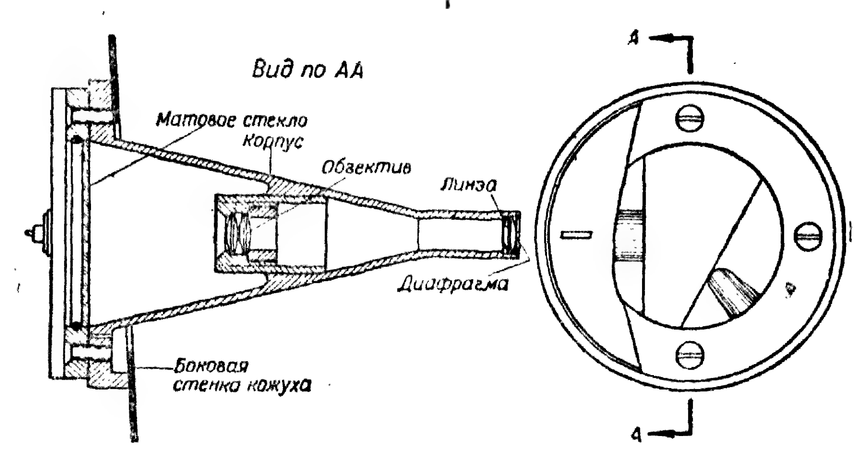


Рис. 55. Схема устройства проекционного приспособления прожекторов «Сперри».

дуги при горении. У прожекторов типа «Сперри» и З-15 проекционное приспособление выполнено в виде трубки, представленной на рис. 55. Внутри этой литой конической трубки установлена оптическая система, состоящая из трёх двояковогнутых линз, причём линза, расположенная в узком конце трубки, диафрагмирована и имеет большое фокусное расстояние; две другие линзы укреплены во втулке с нарезкой и поэтому могут перемещаться при настройке изображения на чёткость. Оптическая система проектирует изображение дуги в уменьшенном в два раза виде на матовое стекло. На матовом стекле имеется красная риска, соответствующая положению положительного угля в фокусе отражателя. Изображение обреза положительного угля должно совпадать с риской с точностью ± 0,5 мм.

В прожекторах типа О-15-2 и О-15-3 трубка проекционного приспособления устанавливается на камере горения дуги, а изображение дуги получается на экране, прикрепленном к оправе отражателя.

Кроме проекционного приспособления, на кожухе закрытого типа устраиваются **смотровые окна** для непосредственного наблюдения за

дугой через защитное тёмное цветное стекло, которое помещается в рамке смотрового окна. Для осмотра механизмов дуговой лампы, смены электродов, чистки отражателя и защитного стекла и других действий по обслуживанию внутренней части кожуха у прожекторов больших диаметров в кожухе устраиваются **люки** для залезания внутрь кожуха. У прожекторов З-15 смотровое окно расположено с той же стороны, где и проекционное приспособление; это окно перекрыто тёмнокрасным или жёлто-зелёным стеклом. Окно даёт возможность наблюдать за работой дуговой лампы прожектора. Для обеспечения доступа к лампе и другим внутренним частям кожуха в передней его части снизу имеются два люка, закрывающиеся двумя скользящими крышками (дверками) *12* (см. рис. 49).

Внутри кожуха закрытого типа помещается **лампочка** накаливания **для освещения внутренней полости кожуха** во время смены электродов или осмотра механизмов дуговой лампы на позиции. Световое отверстие прожектора должно быть в целях маскировки закрыто светонепроницаемым заслоном.

Внутри кожуха прожекторов типа З-15 устанавливается пальцеобразная лампочка 110 в, 15 вт, лампочка снабжена цоколем «Сван малый». Выключатель *5* (см. рис. 49) этой лампочки расположен на щитке вентиляционного отверстия снаружи кожуха. Впереди, внутри кожуха возле защитного стекла укреплён экран (бленда) *5* (рис.54), экранирующий прямой световой поток, выходящий от лампы непосредственно через световое отверстие. Снаружи кожуха под кожухом вентилятора укреплено ушко для крепления кожуха по-походному. Ко всем частям, расположенным внутри кожуха, ток подводится проводами с дельта-асбестовой изоляцией в асбестовой оплётке.

Кожух снабжён двумя **цапфами**, на которых он подвешен в шарикоподшипниках, установленных на концах лиры. Шарикоподшипник правой цапфы (если смотреть по лучу) помещён в литой корпус, прикрепленный болтами к лапе лиры. Шарикоподшипник левой цапфы (если смотреть по лучу) помещен в коробке обратного контроля вертикального вращения и сверху закрыт хомутом. Хомут и коробка прикреплены к лапе лиры болтами.

Цапфы должны быть установлены на кожухе так, чтобы, во-первых, ось вращения кожуха в вертикальной плоскости проходила через центр тяжести кожуха и, во-вторых, лежала бы в плоскости, перпендикулярной и горизонтальной к плоскости, проходящей через оптическую ось отражателя. Ввиду этого у зенитного прожектора «Сперри» и у прожекторов З-15 цапфы стоят выше геометрической оси кожуха, так как в этом случае в верхней части кожуха установлен вентилятор и автомат дуговой лампы. Иногда цапфы устанавливаются на кожухе подвижно, чтобы кожух мог смещаться относительно лиры, сдвигаясь вперёд и назад. Это вызывается необходимостью изменять балансировку кожуха, например, при смене стеклянного отражателя на металлический, более легкий, или при установке на кожухе вместо защитного стекла рассеивающей рамы, более тяжелой. У прожекторов типа О-15-2 цапфы установлены на кожухе подвижно. Для приведения во вращение кожуха в вертикальной плоскости на нём с правой стороны (по лучу) укреплён зубчатый сектор *21* (см. рис. 49). На секторе установлены два буфера

для ограничения движения кожуха по углу места (вверх 95° и вниз 10°). В этом месте в большинстве случаев на лире прожектора монтируется **механизм вертикального вращения прожектора.**

26. Дуговая лампа прожектора

Электрическая дуга между угольными электродами может использоваться как источник света при том условии, когда имеются: 1) устройство для удержания электродов в определенном положении; 2) приспособление, позволяющее образовать дугу; 3) механизм, обеспечивающий подачу электродов по мере сгорания к фокальной области отражателя, и 4) механизм, поддерживающий постоянство электрического режима горения дуги.

Полная совокупность всех этих приспособлений и механизмов и называется **дуговой лампой.** Дуговые лампы, применяемые в современной прожекторной технике, чрезвычайно разнообразны по своей конструкции, так как каждая фирма, изготовляющая прожекторы, имеет свои образцы, иногда принципиально отличные от ламп других фирм. Нередки случаи, когда одна и та же фирма имеет несколько образцов ламп. Однако механизмы дуговой лампы должны выполнять вполне определённые функции во всех случаях и поэтому дуговые лампы для изучения легко можно расчленить на отдельные элементы.

Основными частями современных дуговых ламп являются: 1) головка дуговой лампы, состоящая из положительного и отрицательного углдержателей с механизмами, придающими электродам необходимое движение при горении дуги; 2) механизм, позволяющий образовать и погасить дугу; 3) механизм или приспособление, удерживающее кратер анода во время горения в фокальной области отражателя, и 4) механизм или электромеханизм, поддерживающий горение дуги при определённом электрическом режиме.

Регулятор является более сложным механизмом дуговой лампы. Он выполняется чаще всего так, что отзывается на колебания электрического режима на дуге и, срабатывая, воздействует на механизм головки, сообщая движение электродам. Основной задачей регулятора является подача электродов по мере сгорания, так чтобы конец положительного электрода стабильно находился в фокальной области отражателя, а отрицательный электрод изменял своё удаление от положительного в зависимости от изменения электрического режима.

Постоянство электрического режима необходимо для более спокойного горения дуги и для получения наибольшего светового эффекта при оптимальных условиях для данных электродов. Все регуляторы существующих дуговых ламп можно разделить на две группы: 1) регуляторы ручные и 2) регуляторы автоматические.

Типичным образцом современной дуговой лампы с ручным управлением является лампа открытого зенитного прожектора типа О-15-2, имеющая в основном следующее устройство. Все части лампы скреплены тремя длинными фасонными стойками *2* (рис. 56), которые прикреплены болтами к цоколю лампы *1*, а затем к четырём кольцам, служащим одновременно для крепления других

деталей. Горение вольтовой дуги происходит в цилиндрической камере *3*, которая имеет вытяжную трубу *4* для отсасывания из камеры и от отражателя продуктов горения углей. Камера горения имеет в своей передней части (на выходном отверстии) кольцо с загнутыми внутрь кромками.

Днищем камеры служит литая бронзовая рама, причём на наружной стороне её изолированно от корпуса лампы крепятся контактные щитки для подвода тока к аноду и устанавливается конус, предохраняющий анод от преждевременного обсасывания.

Механизм подачи анода устроен так, что электроду придаётся поступательное движение в камеру по мере сгорания и вращение

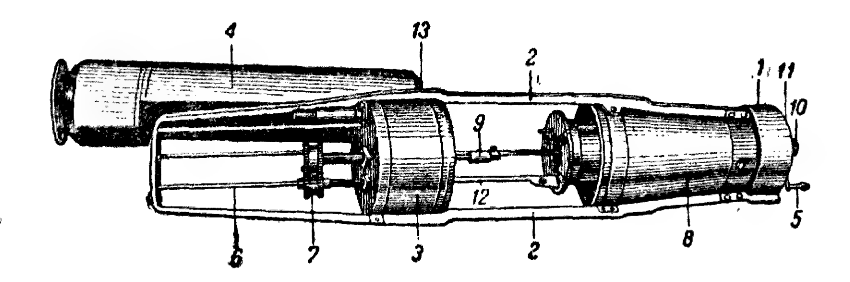


Рис. 56. Дуговая лампа прожектора открытого типа О-15-2:

1 — цоколь лампы; *2* — стойки лампы; *3* — камера горения дуги; *4* — вытяжная труба; *5* — рукоятка механизма подачи и вращения положительного угля; *6* — шпиндель; *7* — каретка; *8* — труба; *9* — держатель отрицательного угля; *10* — маховичок подачи отрицательного угля; *11* — гайка регулирования наклона отрицательного угля; *12* — шина; *13* — трубка проекционного приспособления.

вокруг своей оси, чтобы получить правильное обгорание кратера. Весь этот механизм состоит из разъемной штанги с рукояткой *5* у цоколя лампы. За камерой горения штанга соединяется со шпинделем *6*, имеющим две продольные канавки и двухходовую нарезку. На шпинделе сидит каретка, имеющая две параллельные друг другу втулки и удлинённую часть передней планки, которая скользит по направляющей и удерживает каретку от поворачивания на шпинделе. Внутрь одной втулки каретки вставлена сначала толстостенная изоляционная втулка из миканита, а затем зажим для положительного электрода. Вторая втулка состоит из двух частей; одна её часть имеет штифты, входящие в канавки шпинделя, и вращается со скоростью шпинделя; на ней насажена шестерня, сцепленная с другой на втулке с зажимом электрода. Эта пара осуществляет передаточное число 8:9. Вторая часть втулки, имеющая форму стакана, надета свободно на первую втулку и может свободно вращаться на ней, но не может перемещаться вдоль оси шпинделя, так как в неё ввернуты два винта, входящих в заточку на внутренней втулке. На этом стакане также установлена шестерня, сцеплённая с шестерней на втулке с зажимом электрода. Кроме того, на дне этого стакана снаружи устанавливается разъемная гайка, соединяющаяся своей нарезкой с нарезкой на шпинделе.

Таким образом, при вращении шпинделя от рукоятки *5* приводится во вращение втулка, установленная внутри стакана с зажимной гайкой. Эта последняя при помощи сидящей на ней шестерни приводит во вращение втулку с зажимом положительного электрода, и он получает вращательное движение. От втулки с зажимом электрода при помощи второй шестерни сообщается вращение стакану с зажимной гайкой, замедленное в отношение 8:9, в результате чего и гайка движется по шпинделю, увлекая за собой всю каретку. Это придает положительному электроду поступательное движение в камеру горения.

Механизм подачи отрицательного электрода помещён внутри трубы *8*, закреплённой в цоколе лампы. Он состоит из литой стойки с двумя приливами, внутри которых имеются квадратные отверстия. В этих отверстиях свободно движется зубчатая рейка, на одном конце которой закреплен держатель *9* катода, а к другому присоединен токоведущий канатик, изолированный стеклянными бусами. Зубчатая рейка сцепляется с червячным винтом, который сидит на штанге, вставленной в отверстия на тех же кронштейнах литой стойки; на конце этой штанги имеется маховичок *10*.

Весь механизм подачи катода установлен в трубе изолированно и так, что допускает понижение или повышение горящего конца катода. Эта операция осуществляется при помощи гайки *11*, установленной на цоколе. По трубе *8* скользит трубчатый конический световой заслон (затемнитель), перекрывающий отверстие камеры горения и позволяющий, таким образом, не гася дуги, прекратить действие прожектора. Перемещение затемнителя производится при помощи бесконечной цепи, находящейся внутри него, и двух цепных колес, одно из которых установлено на цоколе лампы, а другое — на литом кольце, насаженном на передний конец трубы *8*. Цепь приводится в движение от рукоятки, надеваемой на ось цепного колеса, укрепленного на цоколе.

Подвод тока к катоду осуществляется следующим путём: от штепселя на цоколе лампы к короткой медной шине, один конец которой входит в трубу *8*, далее к канатику с бусами, к зубчатой рейке и держателю *9*. К аноду путь тока следующий: от штепселя на цоколе лампы по шине, пролегающей внутри трубы *8* и обмотанной шнуровым асбестом, пропитанным изолирующим лаком, к литому кольцу на конце трубы *8*, затем по шине *12* к медным щёткам, расположенным на обратной стороне днища камеры горения.

Режим работы лампы 150 а при 78 в. Электроды повышенной яркости: анод 16-мм с фитилём диаметром 8 мм, катод омеднённый 11-мм с фитилем диаметром 3 мм. Фокусировка лампы производится путем вращения маховичка, сидящего на валике, установленном в патроне лампы. На другом конце валика сидит червяк, который находится в сцеплении с зубчатой гребёнкой на цоколе лампы. Это устройство позволяет передвигать лампу вдоль оптической оси отражателя.

В настоящее время появились новые прожекторы типа О-15-3, у которых дуговая лампа имеет головку, аналогичную с головкой автоматической дуговой лампы «Сперри», но не имеет автомата.

Таким образом, вращение и подача положительного электрода и подача отрицательного электрода осуществляются от штурвалов, сидящих на концах штанг, другие концы которых через шарниры соединены с механизмами подачи углей.

Вместо радиатора на положительной части головки эти дуговые лампы имеют камеру горения дуги с коротким горизонтальным камином для вытяжки продуктов горения дуги естественной тягой. Головка лампы установлена на консоли, опирающейся на кольцо-оправу отражателя.

На этой же консоли устанавливается электромагнит мгновенного зажигания дуги, действующий так же, как и у автоматических ламп (описание смотри далее).

Камера горения в этом случае окружена ещё блендами — полосами листового железа, установленными перпендикулярно плоскости светового отверстия, для поглощения рассеянного света.

Дуговые лампы с ручной регулировкой менее распространены в современных прожекторах по следующим причинам: во-первых, такая лампа требует, чтобы во время работы за ней постоянно следил человек, который должен всё время держаться за штурвал, приводя в действие механизмы подачи электродов и следя за положением дуги по проекционному приспособлению; во-вторых, ручная регулировка не может обеспечить необходимого однообразия в горении вольтовой дуги.

27. Головки автоматических дуговых ламп прожекторов

Рассмотрим устройство основных элементов дуговых автоматических ламп некоторых современных зенитных прожекторов.

Головкой дуговой лампы принято называть совокупность угледержателей с механизмами (которые сообщают соответствующие движения электродам) с контактным устройством для подвода тока к электродам и с приспособлениями, позволяющими быстро и удобно сменить электроды.

Механизмы, приводящие в движение электроды в автоматических дуговых лампах, сами получают движение от регулятора, воздействующего на них так, как этого требует изменение электрического режима горения дуги. У большинства современных прожекторных дуговых ламп регулирование режима горения дуги достигается перемещением катода. В одних лампах это достигается путём поступательного движения катода к аноду и от него к неподвижному угледержателю, а в других лампах и сам держатель катода качается вокруг оси.

Регулирование путём перемещения катода даёт большую надёжность сохранения кратера анода в фокальной плоскости отражателя, позволяет образовать дугу так, что анод не будет смещен из фокуса, и ускорит процесс дугообразования в силу большей подвижности катода. Анод у современных дуговых ламп во время работы медленно подается к дуге по мере сгорания, причём подача анода чаще всего производится от электродвигателя, который начинает работать сразу же после включения лампы под напряжение. Кроме поступательного движения, анод имеет ещё и вращение вокруг своей оси, сообщаемое ему тем же механизмом головки дуговой лампы. Обычно скорость подачи анода

подбирается такой, чтобы она была меньше скорости сгорания (а иногда и больше); запаздывание (или опережение) исправляется при помощи дополнительного реле или другого механизма, который, срабатывая в тот момент, когда дальнейшее запаздывание (или опережение) недопустимо, увеличивает (или замедляет) скорость подачи анода.

Головки автоматических дуговых ламп зенитных прожекторов «Сперри» и прожекторов типа З-15 имеют следующее устройство. Держатель катода состоит из литого бронзового кронштейна *7* (рис. 57), в нижней части которого имеется прилив с рёбрами, образующий нижнюю губку *6* контактного зажима катода. Верхняя половина зажима выполняется в виде отдельной отливки *3*, представляющей собой подъёмную губку, имеющую рёбра для лучшей теплоотдачи и соединенную рычагом с кронштейном *7*, так что может подниматься и становиться в наклонном положении, освобождая катод. Для этого необходимо, пересилив пружину *5*, приблизить конец рычага *4* к нижней части кронштейна *7*.

Подача катода осуществляется следующим образом. Штанга, идущая от регулятора лампы, вращает через шарнир Гука валик *8*, вставленный в отверстие кронштейна *7*. На этом валике подвижно насажена верхняя половина зажима, а в имеющейся в ней полости — нижний зубчатый ролик подачи катода. На противоположном конце валика *8* сидит зубчатка, находящаяся в сцеплении с другой такой же зубчаткой, сидящей на валике *2*. Валик *2* установлен на рычажной рукоятке *4*, во внутренней полости которой имеется верхний ролик подачи катода, вращающийся с той же скоростью, как и нижний ролик, только в противоположном направлении. При нажатии на рукоятку *4* вниз верхний ролик поднимается над катодом, зубчатки расцепляются, верхняя половина контактного зажима поднимается, и катод свободно может быть вынут через отверстие в рычажной рукоятке *4*. Ток к катоду подводится от зажима *11* медной шиной, идущей под держателем анода к хвостовику *10* кронштейна *7* и, следовательно, к контактным зажимам *3* и *6*. Для обеспечения надлежащего контакта верхней части зажима *3* и для предохранения токоведущих частей угледержателя от нагревания верхний зажим соединён с нижней частью кронштейна пластинчатыми гибкими шинами *9*.

Держатель анода этой лампы имеет следующие главные части: кронштейн, каретку *27*, скобу *35* с зажимом *36* для подвода тока к щёткам *30* и радиатор *29*. Кронштейн отлит из бронзы и имеет в своей нижней части прочную прямоугольную пластину. В передней его части имеется трехугольный фланец, к которому изолированно, при помощи болтов *40*, прикреплён радиатор. Этот последний отлит из тугоплавкой, не окисляющейся при нагреве бронзы и имеет форму диска, в центральной части которого расположена втулка с ребрами. Радиатор защищает токоведущую часть анода от обсоса и предохраняет механизм подачи и вращения анода от сильного нагревания. Сразу же за трехугольным фланцем крепления радиатора в кронштейне имеется прилив, на отработанную поверхность которого посажены на шпильках две нижние медные щётки. Верхняя пара щёток[1] расположена точно над нижними и прижимается к ним при помощи проволочных тяг *32*, находящихся под воздействием спиральной пружины *31*,

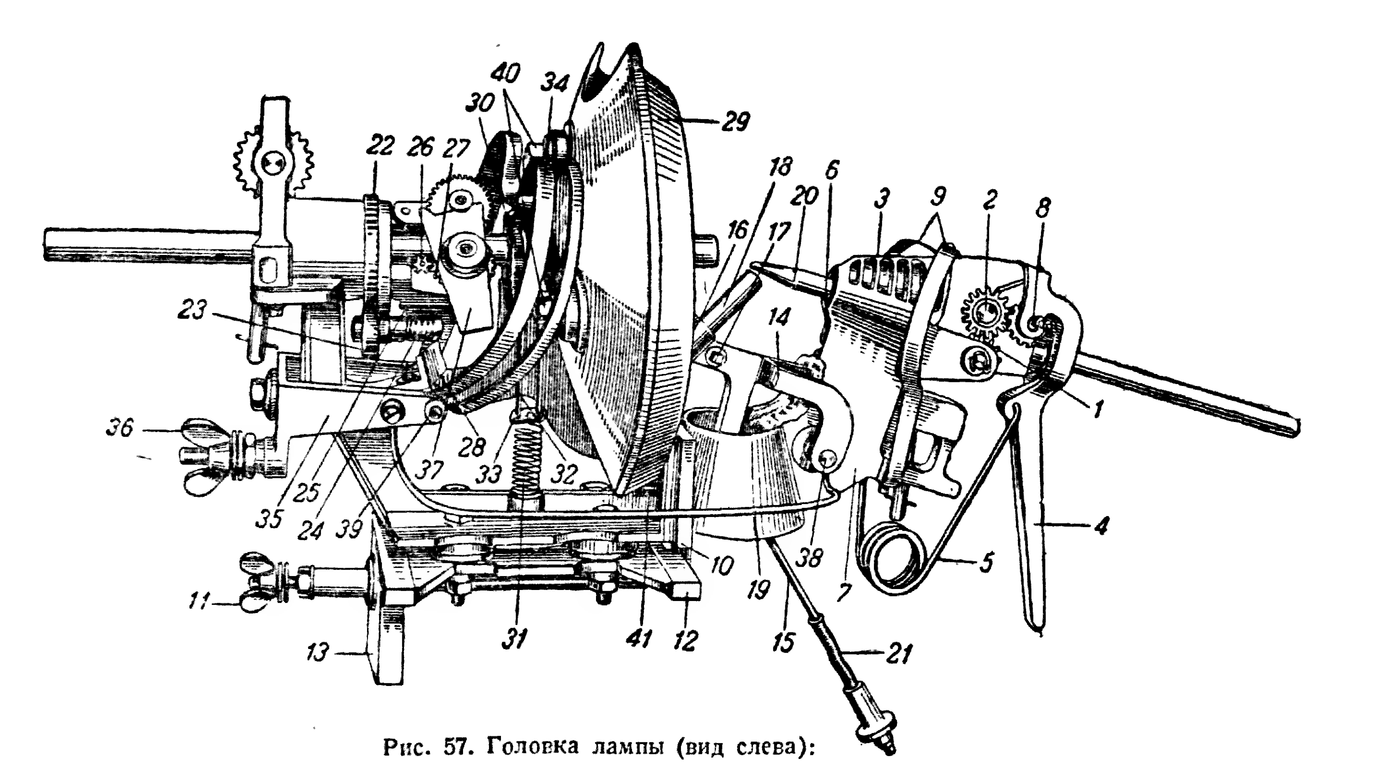


Рис. 57. Головка лампы (вид слева):

1 и *2* — зубчатки на валиках; *3* — подъёмная губка головки отрицательного угля; *4*—рычаг головки отрицательного угля; *5* — пружина; *6* — нижняя губка; *7* — кронштейн или головка отрицательного угля; *8* — валик; *9* — соединительные шины; *10* — хвостовик; *11* — барашек клеммы „—“; *12* — выступы плиты; *13* — хвостовик; *14* — держатель третьего электрода; *15* — тяга; *16* — трубка держателя; *17* — винт для крепления третьего электрода; *18* — третий электрод; *19* — токоведущая шина; *20* — отрицательный уголь; *21*—пружина; *22*—неподвижная шестерня каретки; *23*—обкатывающая шестерня; *24*—червяк; *25*—червячная шестерня; *26*—малая шестерёнка; *27*—шестерня подачи угля; *28*—угольник; *29*—радиатор; *30*—контактные щётки; *31*—пружина; *32*—тяга; *33*—серьга; *34*—шина; *35*—токоприёмный кронштейн; *36*—барашек клеммы „+“; *37*—ключ для развода роликов подачи положительного угля; *38*—ось кронштейна мгновенного зажигания; *39*—винт крепления контактных шин положительного угля; *40*—болты крепления радиатора положительной головки лампы; *41*—болт крепления положительной и отрицательной головок.

соединённой с нижней пластиной кронштейна и серьгой *33*. Задний прилив кронштейна расточен в виде втулки, внутрь которой вставлена стальная втулка *1* (рис. 58) или *2* (рис. 59). Стальная втулка, представ-

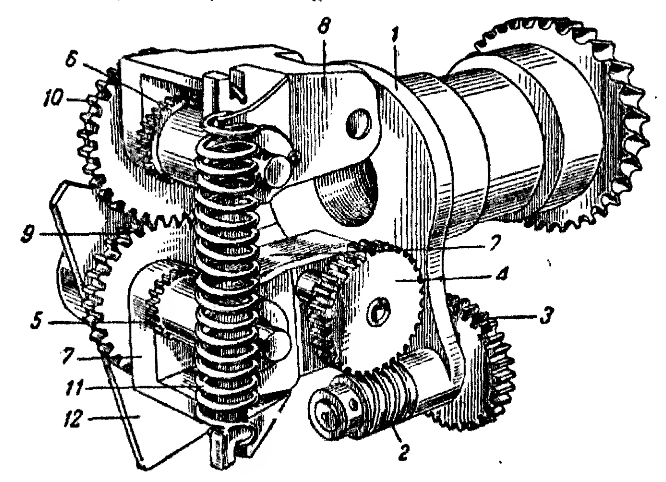


Рис. 58. Каретка положительного угля
(вид со стороны червяка):

1—корпус каретки; *2*—червяк; *3*—цилиндрическая шестерня; *4*—червячная шестерня; *5* и *6*—зубчатые ролики; *7* и *8*—обоймы; *9* и *10*—цилиндрические шестерни; *11*—пружина; *12*—ключ для развода шестерён.

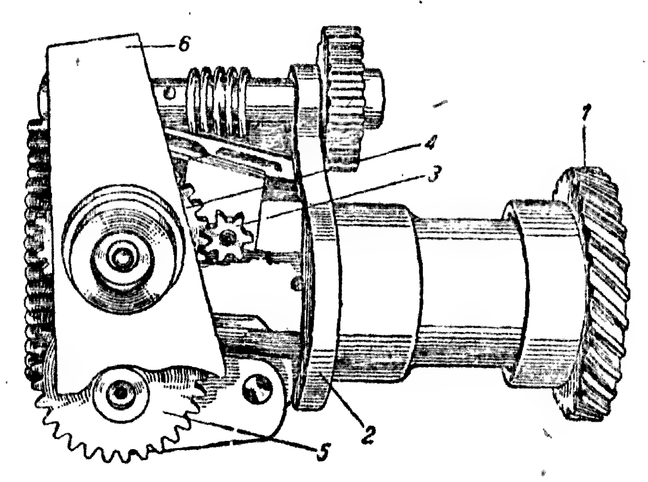


Рис. 59. Каретка положительного угля
(вид со стороны ключа для развода шестерён):

1—цилиндрическая шестерня; *2*—корпус каретки; *3*—шестерёнка; *4* и *5*—цилиндрические шестерни; *6*—ключ для развода шестерён.

ляющая собой корпус каретки, имеет отверстие такого же диаметра, как и отверстие в центре радиатора. На один конец этой втулки посажена на винтах цилиндрическая шестерня *1* (рис. 59) с косыми зубьями.

Эта последняя находится в сцеплении с подобной же шестерней меньшего диаметра, сидящей на приводном валике, идущем от автомата.

Таким образом, стальная втулка приводится во вращение внутри отверстия в корпусе кронштейна. На противоположном конце этой втулки на корпусе кронштейна неподвижно сидит цилиндрическая шестерня *22* (рис. 57), вокруг которой при вращении втулки обкатывается шестерня *23* (рис. 57) или *3* (рис. 58), сидящая на валике, вставленном в нарост на шипе переднего фланца стальной втулки. На том же фланце имеются два ушка с отверстиями. Внутрь этих отверстий вставлены оси, на которых сидят две бронзовые колодочки (обоймы) *7* и *8* (рис. 58). На одном валике с шестерней *3* сидит червячный винт *2*, вращающийся при обкатывании зубчатки *3* по зубчатке *22* (рис. 57). Червячный винт передаёт движение червячной шестерне *4* (рис. 58), сидящей на наружном конце оси, вставленной в колодочку *7*. На другом конце этой же оси имеется малая цилиндрическая зубчатка *3* (рис. 59), сцепленная с латунной шестерней *4*. На оси латунной шестерни внутри колодочки *7* (рис. 58) сидит ролик, подающий электрод вперед. Шестерня *4* (рис. 59) сцеплена с такой же шестерней *5*, сидящей на оси, вставленной во вторую колодочку и имеющей второй подающий ролик *6* (рис. 58). Это устройство обеспечивает вращение обоих роликов в противоположных направлениях с одинаковой скоростью. Колодочки *7* и *8* стягиваются вместе спиральной пружиной *11* и таким образом шестерни *9* и *10* постоянно находятся в сцеплении, и электрод, проходящий через отверстие в стальной втулке, равномерно зажимается роликами. При вращении стальной втулки и сидящих на её фланце колодочек анод получает непрерывное вращение вокруг своей оси.

При вращении червячного винта *2* (рис. 58) ролики, сидящие внутри колодочек, получают вращение в противоположных направлениях и, вдавливаясь в оболочку анода, сообщают ему поступательное движение. На ступицу шестерни *4* (рис. 59) свободно насажен ключ для развода роликов. Ключ и зубчатые ролики таких размеров, что, когда их разводят ключом, положительный уголь можно свободно вставить между роликами. При вращении каретки ключ автоматически переключается угольником *28* (рис. 57) из положения «разведённых роликов» в положение «сведённых роликов». При разведении роликов ключом шестерни *4* и *5* (рис. 59) остаются сцепленными друг с другом, чтобы при их сведении зубцы одной шестерни попадали во впадины другой; в противном случае уголь не зажмется роликами и не будет подаваться. Подвод тока к положительному электроду осуществляется от зажима *36* (рис. 57) через скобу *35* и пластинчатые гибкие шины *34* к щёткам *30*. Все подающие ролики выполнены из вольфрамовой стали. Угол между осями анода и катода приблизительно равен 16°.

Кронштейн отрицательного угля изолирован от кронштейна положительного угля слюдяной и асбестовой пластинками. Кронштейн отрицательного угля укреплен на кронштейне положительного угля двумя болтами, изолированными слюдяными шайбами и втулками. Кронштейн положительного угля, в свою очередь, укреплён четырьмя болтами на бронзовой плите, имеющей четыре выступа *12*, вставляемых в пазы стойки лампы. Плита изолирована от кронштейна слюдяными шайбами и втулками. Спереди на этой плите имеется хвостовик *13*

с нарезным отверстием, в который ввинчивается фиксирующий винт, укреплённый на стойке лампы. На конце винта неподвижно укреплена коническая шестерня, сцепленная с другой конической шестерней. При её вращении фокусирующий винт вращается и передвигает лампу вдоль оптической оси отражателя в пределах: 20 мм к отражателю и 43 мм от отражателя[1].

Все приводные валики, подходящие к головке (к кронштейну положительного и отрицательного углей, а также фокусирующему винту), на концах имеют карданы, позволяющие управлять лампой независимо от её положения относительно фокуса. Кардан состоит из двух вилок, сухарика и двух расположенных под прямым углом друг к другу осей, скрепляющих все три детали.

В этих лампах применяются положительный электрод диаметром 16 мм, длиной 520—580 мм и отрицательный — диаметром 11 мм и длиной 310—350 мм.

Головки большинства современных дуговых ламп сконструированы так, что электроды подаются вперёд при помощи роликов, ток подводится к электродам близко к горящему концу. Если, например, к отрицательному электроду ток подводится с конца, противоположного горящему концу, то применяют отрицательный электрод, покрытый с наружной поверхности слоем меди, повышающим электропроводимость электрода. Омедненные отрицательные электроды применяются в дуговых лампах О-15-2 и некоторых дуговых лампах фирмы «Герц».

Подача электродов осуществляется не роликами, а другими движущимися деталями в дуговых лампах фирмы «Лоннекер» и фирмы «Цейс — Нединско», которые устанавливаются в некоторых прожекторах, принятых на вооружение в частях ПВО Германии.

Сравнительно недавно стали обращать внимание на скорость зажигания дуговой лампы прожектора после включения её под напряжение, а также на длительность процесса образования нормально горящей дуги с момента её появления. В зенитных прожекторах, предназначенных для действия по целям, движущимся с большими скоростями, всякая даже малая непроизводительная потеря времени может повлиять на успешность решения поставленной задачи. Поэтому в момент общей готовности прожекторной станции к освещению противника, как только он будет обнаружен звукопеленгатором, по команде «Луч», таковой должен быть дан немедленно. Исходя из этого, необходимо иметь какое-то приспособление, позволяющее производить мгновенное дугообразование, причём дуга должна начать гореть сразу при своём нормальном электрическом режиме.

Недавно также стали обращать внимание на то обстоятельство, что после выключения дуговой лампы или при случайном обрыве дуги раскалённый конец анода продолжает светить до того момента, пока не охладится. В результате луч прожектора гасится не мгновенно, а некоторое время сохраняется «красный луч», демаскируя тем самым расположение прожектора. Поэтому наряду с мгновенным зажиганием прожектора возник вопрос и о мгновенном гашении луча.

---

[1] При металлическом отражателе лампа перемещается соответственно в пределах 50 и 13 мм.

В настоящее время не все дуговые лампы оборудованы приспособлениями для мгновенного гашения луча, но приспособлениями для мгновенного зажигания оборудовано большинство дуговых ламп зенитных прожекторов.

По своему принципу приспособления для мгновенного зажигания могут быть разделены на три типа: 1) зажигание при ускоренной подаче катода; 2) образование дуги при помощи качающегося держателя катода и 3) образование дуги при помощи третьего вспомогательного электрода. Первый тип применяется у дуговых ламп французских зенитных прожекторов, второй у прожекторов фирмы «Лоннекер» и у чешских прожекторов, третий тип распространён более широко и применяется у дуговых ламп фирмы «Лоннекер», фирмы «Цейс—Нединско», у прожекторов фирмы «Сперри» и у прожекторов З-15-4.

Например, у дуговой лампы, головка которой показана на рис. 57, приспособление для мгновенного зажигания выполнено следующим образом. Всё это приспособление состоит из держателя третьего электрода *14*, тяги *15* и соленоида (электромагнита) *1* (рис. 60). На держателе *14* (рис. 57) имеется разрезная трубка *16* и винт *17*, с помощью которых третий электрод *18* закрепляется в ней. Держатель укреплён на кронштейне отрицательного угля шарнирно и соединён токоведущей шиной *19* с головкой положительного угля. Держатель и детали шарнира изолированы от кронштейна отрицательного угля слюдяными шайбами и втулкой.

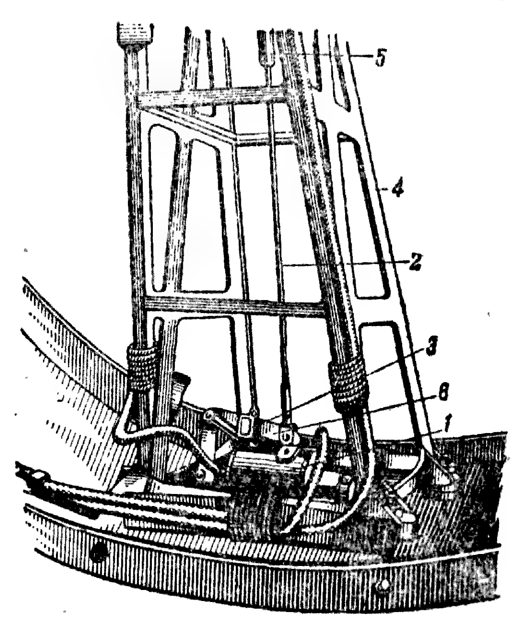


Рис. 60. Электромагнитный механизм мгновенного зажигания:

1—соленоид; *2*—тяга; *3*—крючок; *4*—стойка лампы; *5*—изоляционная соединительная втулка; *6*—коленчатый рычаг.

Тяга состоит из двух тяг *15*, соединённых друг с другом изоляционной втулкой *5* (рис. 60). Одним концом тяга шарнирно прикреплена к вилке держателя, а другим, также шарнирно, — к коленчатому рычагу *6* соленоида. Коленчатый рычаг шарнирно укреплён на стойке корпуса соленоида и соединён с сердечником соленоида.

При выключенной дуге сердечник вытягивается из соленоида пружиной и поворачивает рычаг *6*; последний поднимает тягу *2* вверх и прижимает третий электрод, вставленный в держатель, к отрицательному электроду. Пружина, выталкивающая сердечник соленоида, одним концом прикреплена к шпильке с резьбой, на которую навин-

чена накатная гайка, а другим — к сердечнику. При помощи накатной гайки регулируется натяжение пружины.

Обмотка соленоида включена последовательно в цепь лампы. При включении дуговой лампы соленоид втягивает сердечник и отводит держатель третьего электрода вместе с углем от отрицательного угля. При отрыве третьего электрода от отрицательного угля между ними образуется дуга, которая почти мгновенно перебрасывается на основной положительный электрод, и через 0,5—1,0 сек. образуется нормальная дуга. Для смягчения удара третьего электрода в отрицательный уголь на тяге *15* (рис. 57) имеется мягкая пружинка *21*. Приспособление мгновенного зажигания дуги может быть выключено простым запором-крючком *3* (рис. 60), укрепленным на соленоиде. На походе оно должно быть выключено.

В качестве третьего электрода применяется огарок отрицательного электрода длиной 55—57 мм. Уголь вставляется в держатель так, чтобы он выступал на 30—35 мм.

Приспособления для мгновенного или быстрого гашения могут быть выполнены или в виде затемнителя такого же типа, как на дуговых лампах О-15-2, или же в виде хлопушек, т. е. двух полых раковин, раскрывающихся при горящей дуге и удерживаемых в раскрытом состоянии при помощи соленоида, закрывающихся при погашенной дуге силой пружины и перекрывающих оба раскалённых электрода. Хлопушки для мгновенного зажигания применены у дуговых ламп зенитных прожекторов последних образцов фирмы «Лоннекер» и у прожекторов французской фирмы «Барбье-Бенар-Тюренн». В прожекторах старой конструкции для этих целей применялись исключительно жалюзи, т. е. створчатые светонепроницаемые заслоны на световом отверстии прожектора. Применение жалюзи невыгодно по соображениям большого экранирования отражателя и вследствие громоздкости их устройства.

28. Автоматы дуговых ламп зенитных прожекторов

Регуляторы дуговых ламп могут иметь не только электромагниты и реле, но и некоторые другие электромеханизмы (электродвигатели, зуммеры, термоконтакты, переменные и постоянные сопротивления и др.). Действие их сводится к тому, чтобы при изменении электрического режима дуги ускорить или замедлить передвижение электродов и восстановить нормальный режим.

Схема механизмов автомата дуговых ламп «Сперри» и прожекторов З-15-4 представлена на рис. 61. В этом случае механизм состоит из системы храповиков, приводимых в движение от мотора, причем вращение их регулируется при помощи специального устройства с электромагнитами. Мотор *1* и электромагниты *9* и *21* включены параллельно дуге. Весь механизм заключён в литую алюминиевую коробку *8* (рис. 62) с крышкой *7*. Коробка закрепляется болтами на правой наружной стороне кожуха прожектора. На коробке автомата установлен шунтовой мотор *1* типа МП-78/35 мощностью 35 вт — 3 600 об/мин, работающий при напряжении в 78 в.

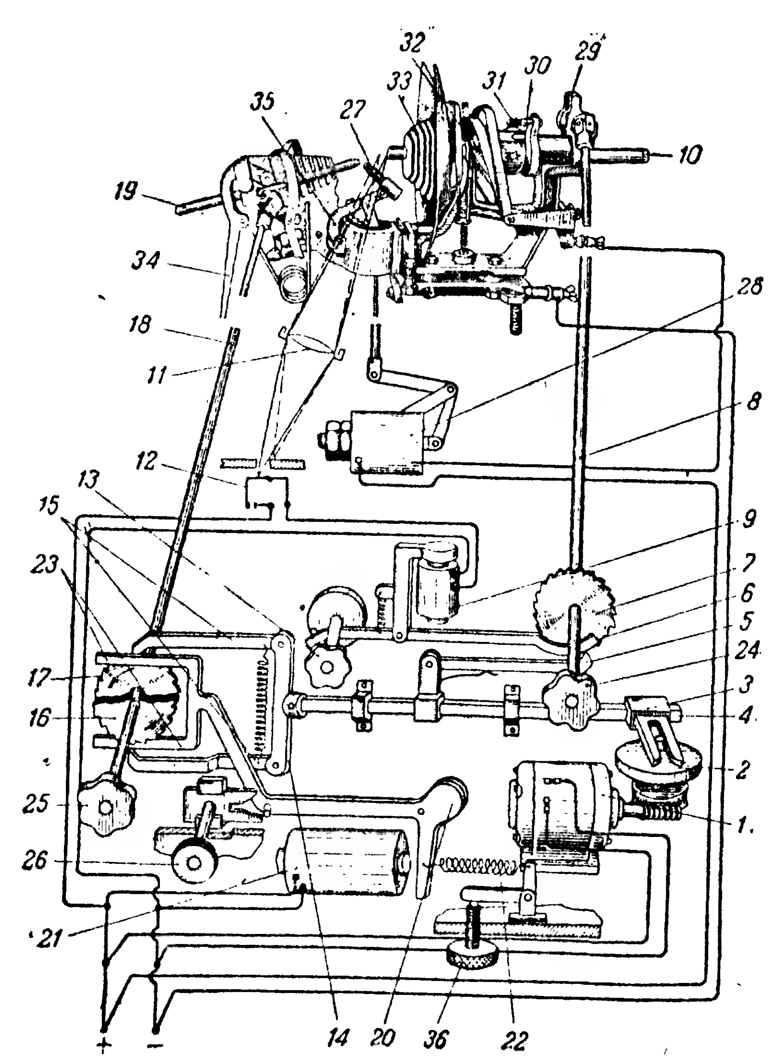


Рис. 61. Принципиальная схема действия лампового механизма:

1—мотор; *2*—эксцентрик; *3*—поводок; *4*—шток; *5*—собачка; *6*—направляющий рычаг; *7*—храповик; *8*—штанга к положительной головке; *9*—электромагнит; *10*—положительный уголь; *11*—линза; *12* — термоконтакт; *13* — маховичок эксцентрика; *14*—вилка; *15*—собачки; *16* и *17*—храповики; *18*—штанга к отрицательной головке; *19*—отрицательный уголь; *20*—направляющий рычаг; *21*—электромагнит отрицательного угля; *22*—пружина; *23*—направляющие (рычага *20*); *24* и *25*—маховички; *26*—гайка с вилкой; *27*—третий электрод; *28*—электромагнит третьего электрода; *29*—спиральные шестерни; *30*—каретка положительного угля; *31*—червяк; *32*—контактные щётки; *33*—радиатор; *34*—рычаг для зажима отрицательного угля; *35* — держатель третьего электрода; *36*—маховичок.

Вращение от мотора *1* (рис. 61) передаётся через червячную пару эксцентрика *2*. Червяк укреплён на валу мотора, валик червячной шестерни соединён с валиком эксцентрика эластичной кулачковой муфтой *10* (рис. 62).

Соприкасающийся с эксцентриком поводок *3* (рис. 61), укреплённый на штоке *4*, получает возвратно-поступательное движение по оси штока.

Шток вставлен в приливы на коробке. На этом штоке шарнирно укреплена собачка *5*, которая при движении штока скользит по направляющему рычагу *6* и зацепляется с храповиком *7*, поворачивая его за каждый ход на больший или меньший угол, в зависимости от направляющего рычага, относительно центра храповика. При вращении храповика поворачивается штанга *8*, а с ней и каретка положительной головки лампы. Собачка *5* прижимается к рычагу *6* пружиной,

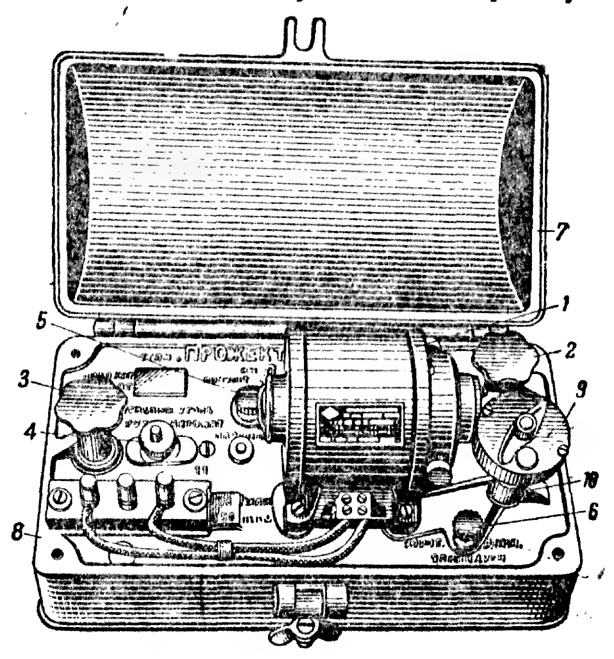


Рис. 62. Автомат (вид снаружи):

1—мотор; *2*—маховичок положительного угля; *3*—маховичок отрицательного угля; *4*—гайка стопорения рычага; *5*—маховичок эксцентрика; *6*—маховичок регулировки длины дуги *7*—крышка; *8*—коробка; *9*—крышка коробки червячной пары; *10*—муфта эластичная; *11*—пробка.

укреплённой на штоке. Рычаг укреплён винтами на якоре электромагнита *9*. Электромагнит *9* включён в цепь последовательно с термоконтактом *12* и параллельно дуге.

Рычаг *6* одним концом (противоположным тому, по которому скользит собачка) опирается на эксцентрик с маховичком *13* на валике. Поворотом маховичка против часовой стрелки в направлении надписи «полуавтомат» скорость подачи положительного электрода увеличивается вследствие того, что собачка *5* за один ход штока захватывает по восемь зубцов храпового колеса *7* и штанга *8* получает бóльшую скорость вращения. Поворотом по часовой стрелке в направлении надписи «автомат» скорость подачи уменьшается до одного зуба за один ход штока *4*. На другом конце штока *4* закреплена вилка *14* с двумя шарнирно укрепленными собачками *15*, стянутыми пружиной. Каждая из этих собачек зацепляется при движении штока со своим храпо-

виком *16* или *17*; храповики закреплены на общей оси и сообщают последней вращательное движение в ту или другую сторону, в зависимости от того, какая из собачек зацепляется с храповиком. Через ось и штангу *18* отрицательного угля движение передаётся отрицательному углю лампы.

Приближение (или удаление) той или иной собачки к храповику зависит от положения рычага *20*, приводимого в движение электромагнитом напряжения (шунтовым) и противодействующей ему пружины *22*. Натяжение пружины регулируется маховичком *36*. При нормальном режиме рычаг стоит нейтрально и не допускает зацепления храповиков собачками, которые свободно скользят по направляющим *23* рычага *20*. При изменении режима дуги и напряжения электромагнита якорь последнего отклоняет рычаг *20* в соответствующую сторону. При отклонении рычага одна из собачек входит в зацепление с соответствующим храповиком и поворачивает его, тем самым производя подачу угля вперёд или назад. Рычаг *20* укреплен на якоре электромагнита *21* и оттягивается пружиной *22*, прикрепленной одним концом к якорю, другим к рычажку, опирающемуся на винт с маховичком *36*. Поворотом маховичка по часовой стрелке длина дуги и напряжение увеличиваются.

При отрегулированной пружине на нормальный режим 78 в колебания напряжения на дуге не должны быть больше ± 2 в. Нормально регулировка производится так, что натяжение пружины уравновешивает силу электромагнита при напряжении на лампе 78 в и удерживает рычаг *20* с направляющими собачек в нейтральном положении, поэтому собачки не цепляют ни того ни другого храповика.

В целях уменьшения размеров катушки электромагнита подачи отрицательного угля в цепь включено сопротивление *14* (рис. 63) последовательно с катушкой.

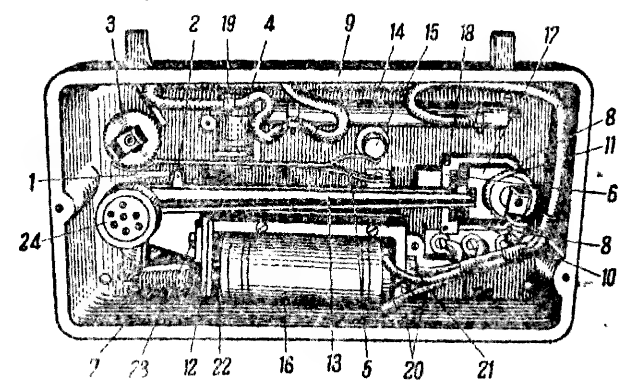


Рис. 63. Автомат (вид изнутри):

1—собачка положительного угля; *2*—направляющий рычаг; *3*—храповик; *4*—электромагнит термоконтакта; *5*—пружина; *6*—вилка; *7*—пружина; *8*—собачки отрицательного угля; *9*—коробка; *10*—пружина собачек; *11*—храповик; *12*—якорь электромагнита отрицательного угля; *13*—рычаг с направляющими собачек отрицательного угля; *14*—сопротивление к катушке отрицательного угля; *15*—эксцентрик; *16*—электромагнит отрицательного угля; *17*—вилка рычага с направляющими; *18*—ось собачки отрицательного угля; *19*—отпайка проводов катушки электромагнита термоконтакта; *20*—концы проводов электромагнита отрицательного угля; *21*—болт крепления катушки электромагнита; *22*—зазор между сердечником катушки и якорем электромагнита; *23*—винт крепления рычага к якорю электромагнита; *24*—свинцовый балласт.

Регулирование длины дуги подачей отрицательного электрода происходит следующим образом (рис. 61). Как только вследствие обгорания катода длина дуги возрастет, падение напряжения на дуге увеличится; вместе с тем увеличится и сила тока электромагнита *21*, и он притянет якорь *20*. Рамка *23* переместится кверху, нижняя собачка войдет в сцепление с храповиком *16* и приведёт штангу *18* во вращение по часовой стрелке, в результате чего катод пойдёт вперед. При короткой дуге, наоборот, нижняя собачка придёт в сцепление с храповиком *17*, и штанга *18* получит вращение против часовой стрелки, в результате чего катод пойдёт от анода. Изменяя натяжение пружины *22*, можно по желанию отрегулировать механизм на определённую длину дуги и падение напряжения на междуэлектродном промежутке.

Для предохранения механизма автомата от поломок храповики отрицательного угля закреплены на валике фрикционно при помощи дисковых пружин. Положительный электрод маховичком *24* (рис. 61), сидящим на валике храповика, можно подавать вручную только вперёд при вращении маховичка против часовой стрелки. Ручная подача отрицательного угля осуществляется маховичком *25*. При ручной подаче отрицательного угля вперёд или назад рычаг *20* должен обязательно закрепляться в нейтральном положении; для этого необходимо гайку *26* с вилкой установить в крайнее левое положение (надпись «ручное»). Для перевода вилки необходимо гайку ослабить, а по установке в требуемом положении — затянуть, после чего может производиться ручная подача катода. При необходимости подачи катода вперёд (к аноду) маховичок *25* следует вращать по часовой стрелке, а для подачи назад — против часовой стрелки.

Как показали исследования, луч прожектора очень чувствителен к смещениям кратера анода из фокуса отражателя. В силу этого обстоятельства все дуговые лампы современных зенитных прожекторов снабжают приспособлениями, удерживающими кратер в фокусе отражателя. Получили распространение два способа удержания кратера в фокусе: 1) способ термоконтакта и 2) способ третьего электрода.

У большинства дуговых ламп применяются термоконтакты. Устройство и действие приспособлений для удержания кратера в фокусе отражателя с применением термоконтакта можно принципиально пояснить, рассматривая рис. 61. При выходе кратера из фокуса при замедленной подаче анода по сравнению со скоростью сгорания (или опережении и выходе его вперёд) пучок света от дуги, проектируемый линзой *11*, попадет на биметаллическую пластинку термоконтакта, которая, нагреваясь, изгибается и замыкает (или размыкает при опережении) цепь электромагнита *9* через контакт *12*. Электромагнит притягивает якорь, отклоняет закреплённый на нём рычаг *6* и этим даёт возможность собачке *5* поворачивать храповик на больший угол (или на большее число зубцов — с одного до восьми). При термоконтакте «на размыкание» при нагреве биметаллических пластинок термоконтакта цепь электромагнита *9* размыкается и рычаг *6* отходит от сердечника электромагнита под воздействием пружины. Вследствие этого собачка *15* поворачивает храповое колесо на меньшее число зубцов и тем самым замедляет подачу положительного электрода.

Когда кратер при помощи термоконтакта «на замыкание» будет установлен в нормальное положение (в фокусе), луч, проектируемый линзой, сойдёт с биметаллической пластины термоконтакта, цепь разомкнётся и прекратится ускоренная подача анода. При термоконтакте «на размыкание», при опережении подачи анода по сравнению со скоростью его сгорания, цепь размыкается и начнётся замедленная подача.

У зенитных прожекторов «Сперри» и у прожекторов З-15-3 и З-15-4 применён однорядный термоконтакт, действующий на замыкание, представленный на рис. 64. Этот термоконтакт имеет две секции биметаллических пластинок *1* и *2*, соединённых друг с другом перемычкой *3*. Биметаллические пластинки состоят из двух слоёв каждая:

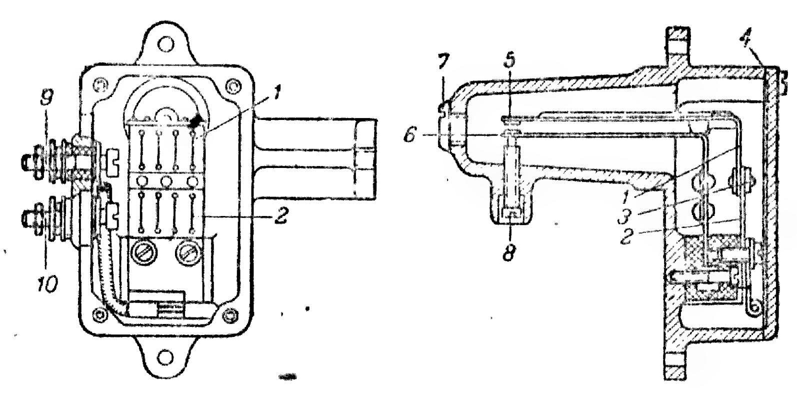


Рис. 64. Однорядный термоконтакт:

1 и *2*—биметаллические пластинки; *3*—перемычка; *4*—окошечко в алюминиевой коробке термоконтакта; *5*—контактная пластинка; *6*—пластинка, изолированная от биметаллических пластинок; *7*—винтовая пробка; *8*—винт; *9* и *10*—зажимы.

латуни «мунц» и стали «инвар». Пластинка *1* находится против окошечка *4* в алюминиевой коробке термоконтакта. При правильном положении кратера анода луч света от линзы не падает на окошечко и не находится на пластинке *1*, и она остаётся в ненагретом состоянии.

При смещении кратера из фокуса его изображение сместится и окажется на пластинке *1*, последняя нагреется и изогнётся в сторону металла с меньшим коэфициентом расширения. В данном случае таким металлом является сталь «инвар», которая почти не расширяется, и пластинка *1* располагается так, что к окошечку обращена латунь, а внутрь — сталь; следовательно, при изгибе пластинки *1* внутрь контакт *5* будет замкнут. Биметаллическая пластинка *2* служит для температурной компенсации, чтобы при общем нагреве всей коробки термоконтакта замыкание контакта *5* не происходило, для чего у пластинки *2* латунь обращена внутрь, а стальная пластинка наружу. В самом деле, если вся коробка термоконтакта нагреется, то пластинка *1* изогнётся внутрь в сторону стали, а пластинка *2* изогнётся наружу; в результате контактирующая пластинка *5* останется неподвижной и контакт не будет замкнут. Если же пластинка *1* будет нагрета падающим на неё изображением кратера сильнее, чем пластинка *2*, то

изгиб пластинки *1* будет больше и замыкание контакта произойдет. К биметаллическим пластинкам прикреплена длинная лёгкая пластинка *5*, для того чтобы небольшой изгиб биметаллических пластинок проявлялся в более или менее значительном перемещении контактирующего конца пластинки *5*. При замыкании контакта пластинка *5* прижимается к пластинке *6*, представляющей собой просто изогнутую полоску латуни и закрепленную изолированно от биметаллических пластинок. Для наблюдения за контактом коробка имеет отверстие с винтовой пробкой *7*. Для регулирования зазора между контактными пластинками имеется винт *8*. Коробка термоконтакта снабжена двумя зажимами *9* и *10*, от которых отходят два провода: один к положительному зажиму коробки автомата, а другой — к электромагниту *9* (рис. 61).

На станциях З-15-4А устанавливается двойной термоконтакт, показанный на рис. 65. В алюминиевой коробке *1* помещаются две пары контактов *2* и *8*, а на конце коробки имеются два регулировочных винта *9*. Один контакт *2* каждой пары укреплён на плече *3* с биметаллическими пластинками *4* и *5*. Пластинка *4* обращена к дуге слоем латуни и находится против окошечка *12* крышки *6*, а пластинка *5* защищена от действия тепловых лучей дуги крышкой и её слой латуни обращен внутрь коробки. Линза *11* (рис. 61) термоконтакта устанавливается так, что кратер анода проектируется на расстоянии 2—1 мм от левого среза окна термоконтакта (срез окна, расположенный ближе к защитному стеклу). Как только анод сгорит на величину, большую нормального выступа анода (кратер анода не доходит до риски на матовом стекле проекционного приспособления), пластинка *4* (рис. 65) изогнется от действия тепловых лучей, концентрируемых линзой *11* (рис. 61), и плечо *3* (рис. 65) приблизится к плечу *7*, контакт *2* коснётся контакта *8*, благодаря чему включится электромагнит *9* (рис. 61) автомата, анод будет подаваться быстрее и кратер займёт положение фокуса. При смещении изображения дуги с пластинки *4* (рис. 65) последняя охлаждается, выпрямляется и размыкает контакт.

Так как плечо *7* длинное и может пружинить, в коробке установлены регулировочные винты *9*, на изолированные концы которых опирается нижний конец плеча. При помощи этих винтов можно регулировать зазор между контактами, который должен быть от 1 до 3 мм. Для проверки этого зазора имеется отверстие, закрытое пробкой *10*. Во избежание самопроизвольного поворачивания винта *9* и разрегулировки контактов винт имеет контргайку *11*. Вторая пара контактов используется как аварийная, которая должна срабатывать при смещении изображения кратера анода от риски на проекционном приспособлении на 3—3,5 мм.

На некоторых прожекторах устанавливаются термоконтакты, действующие на размыкание следующим образом. Нормально на биметаллическую пластинку этого термоконтакта кратер не проектируется, но анод подаётся ускоренно, так как контакты в этот момент замкнуты. Когда изображение кратера попадает на биметаллическую пластинку, контакты размыкаются, и анод подаётся замедленно. Линза термоконтакта в этом случае устанавливается так, что кратер проектируется на расстоянии 2—1 мм от правого среза окна крышки термоконтакта.

Действие термоконтакта осуществляется следующим образом. Если срез кратера анода расположен по отношению к радиатору ближе чем на 27 мм (кратер не проектируется на пластинки), то контакты в это время замкнуты, и происходит ускоренная подача анода (от радиатора).

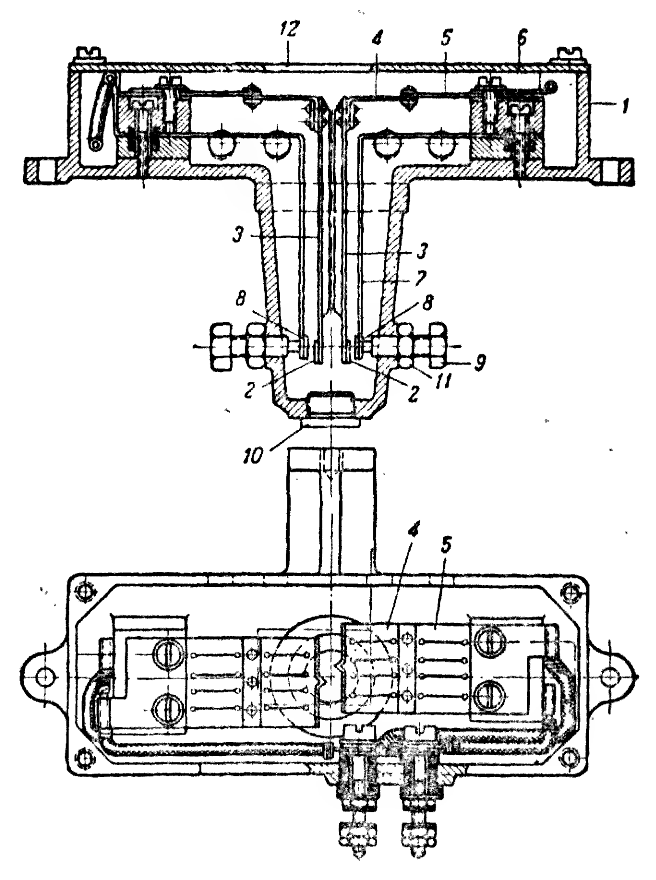


Рис. 65. Термоконтакт обр. 1937 г.:

1—коробка; *2*—контакт; *3*—плечо; *4* и *5*—биметаллические пластинки; *6*—крышка; *7*—плечо; *8*—контакт; *9*—регулировочный винт; *10*—пробка; *11*—контргайка; *12*—окошко крышки термоконтакта.

По мере движения кратера вперёд его проекция перемещается, приближаясь к окну, и когда кратер займёт положение на расстоянии 27 мм от радиатора, то проекция кратера попадёт на биметаллическую пластинку, ускоренная подача прекратится, так как контакт размыкается и начинается замедленная подача угля. По мере обгорания угля выступающий из радиатора конец его укоротится, проекция кратера сойдёт с биметаллической пластины, контакты замкнутся и начнётся опять ускоренная подача анода.

В этом случае особенность в устройстве термоконтакта заключается в том, что рабочее плечо биметаллических пластинок имеет латунь,

обращенную внутрь, а сталь — наружу (к окну в коробке), а компенсирующая пластинка имеет обратное положение металлов. Когда рабочее плечо пластинок нагревается, то оно изгибается так, что контакт размыкается.

Иногда в цепь термоконтакта устанавливают выключатель, при помощи которого в случае порчи термоконтакта (спекание контактов) последний может быть выключен.

Новая автоматическая лампа фирмы «Сперри» имеет следующие основные особенности.

Во-первых, положительный электрод может или только вращаться или и вращаться и подаваться вперёд. Для осуществления этого в лампу внесены такие изменения: шестерня *22* соединена со специальным диском с отверстиями и может свободно вращаться относительно втулки *1* и кронштейна. В отверстие диска может быть вдвинут штифт или при помощи электромагнита термоконтакта или вручную от специальной дополнительной штанги. Электромагнит термоконтакта установлен на положительной головке дуговой лампы.

Когда диск с отверстиями заторможен штифтом, тогда и шестерня *22* заторможена, и наряду с вращением анода осуществляется его подача вперёд. Таким образом подача положительного угля вперёд происходит только по желанию обслуживающего или при срабатывании термоконтакта. Подобные устройства предусмотрены также у ламп фирмы «Лоннекер» и чешской фирмы «СКД».

Во-вторых, изменена ручная подача положительного электрода — собачка *5* заменена зубчатым сцеплением и установлено специальное контактное приспособление, шунтирующее термоконтакт на случай отказа в работе.

В-третьих, изменено устройство для торможения рамки *23* в нейтральном положении, когда ни одна из собачек подачи отрицательного угля не работает; изменён конструктивно термоконтакт; лампа не имеет приспособления для мгновенного зажигания, и внесены некоторые другие менее существенные изменения.

При помощи термоконтактного приспособления особой конструкции удерживается кратер анода в фокусе отражателя у прожекторов фирм «Лоннекер», «Галилео» и «Цейс—Нединско».

При помощи третьего электрода удерживается кратер в фокусе отражателя у прожекторов чешской фирмы «Кольбен-Данек» и у корабельных прожекторов фирмы «Сперри».

У некоторых прожекторов типа О-15-3 имеются полуавтоматы, обеспечивающие подачу и вращение положительного электрода. Принципиальная схема такого полуавтомата представлена на рис. 66. Устройство его сводится к следующему. В качестве двигателя применён обычный электромотор типа МПС-78/35 с таким же редуктором, как и у ламп З-15. На ось червячного колеса *1* насаживается диск *2* с эксцентричной шпилькой. Ось *9* храпового колеса *5* имеет на одном конце маховик ручной подачи *11*, а на другом конце, обращённом к лампе,—карданное соединение. Храповик плотно насажен на ось *9* и закреплен шпилькой. Рядом с ним, свободно вращаясь, расположен рычаг *3*, несущий на себе рабочую собачку *4*, прижимаемую к храповику пружиной. Во избежание возвратного проворачивания

храповика в коробке механизма установлена фиксирующая собачка *6*, тоже прижимаемая к храповику пружиной. Противоположный конец рычага *3* опирается на второй эксцентрик *7*, назначение которого состоит в том, чтобы ограничивать ход рабочей собачки и регулировать количество зацепляемых зубьев от 1 до 5. На оси эксцентрика регулятора имеются также маховик и стрелка-указатель.

Работа полуавтомата происходит следующим образом: палец эксцентрика, скользя по концу рычага *3*, заставляет его вращаться вокруг оси маховика. В то же время собачка *4*, сцепленная с храповиком, вращает ось *9* и производит подачу положительного угля. Возврат рычага в исходное положение осуществляется пружиной *12*. В случае отказа работы мотора, редуктора или поломок рычага или собачки, вращение и подача могут осуществляться непосредственно маховиком *11*. Подача отрицательного угля в этом случае остаётся ручной и осуществляется вращение маховика и штанги, идущей к отрицательной части головки лампы.

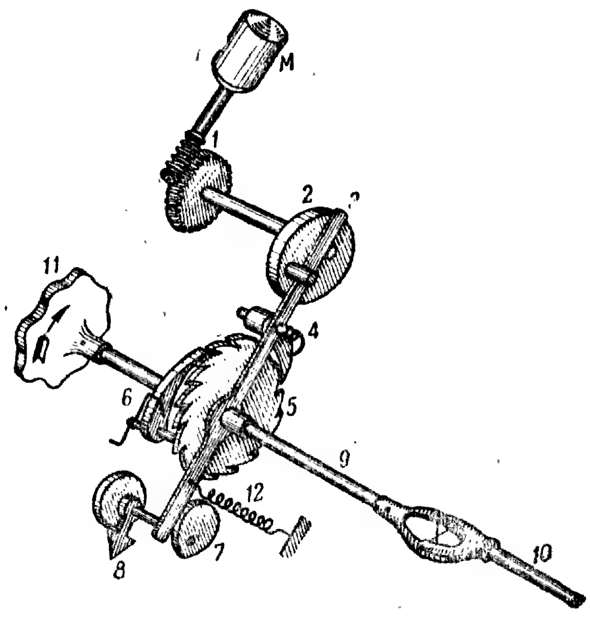


Рис. 66. Принципиальная схема полуавтомата лампы прожектора О-15-3:

1—червячная пара редуктора; *2*—эксцентрик подачи положительного угля; *3*—рычаг; *4*—рабочая собачка; *5*—храповик; *6*—фиксирующая собачка; *7*—эксцентрик регулятора скорости подачи; *8*—указатель регулятора; *9*—ось храповика; *10*—тяга подачи угля; *11*—маховик ручной подачи; *12*—возвратная пружина.

Как уже указывалось ранее, существует большое многообразие автоматов дуговых ламп современных зенитных прожекторов и здесь не представляется возможным дать описание устройства и принцип действия их. Следует указать только на то, что все эти дуговые лампы имеют электродвигатели и большинство из них регулирует режим горения дуги при помощи шунтового электромагнита или реле напряжения. Некоторое представление о конструкции этих автоматов даёт последний столбец таблицы, характеризующей данные современных дуговых ламп и приведённой в приложении 2.

29. Поворотный стол и основание прожектора

Кожух прожектора подвешивается на лире, представляющей собой чаще всего два кривых бруса, связанных вместе на верхнем вращающемся диске поворотного стола. Лиры выполняются различно по профилю сечения (тавровая, швеллерная, полая, прямоугольная),

по технологии изготовления (литая, сборная, сварная, кованая) и по очертанию (криволинейная, прямолинейная).

У зенитных прожекторов типа О-15-2 применена лира сборная или сварная из полос углового железа, прямолинейного очертания. У прожекторов «Сперри» лира представляет собой одну общую отливку вместе с верхним диском поворотного стола, из силумина. Лапы лиры имеют в сечении полый прямоугольник с закруглёнными углами. Внутри криволинейной и полой лап лиры имеются четыре днища для большей прочности, боковые стенки лап имеют короткие продольные вырезы посредине.

Поворотный стол, позволяющий изменять положение луча прожектора в азимуте, всегда имеет следующие основные детали: 1) верхний подвижной диск с лирой; 2) опорные подшипники для соединения верхнего диска с нижней неподвижной частью поворотного стола; 3) ось горизонтального вращения прожектора; 4) скользящие контакты для подвода тока к электромеханизмам, расположенным на верхних подвижных элементах прожектора, и 5) механизм горизонтального вращения прожектора.

Конструктивное оформление поворотных столов различно у прожекторов различных фирм, но наибольшее распространение имеют два типа: с опорой на вертикальную ось в виде вала и с опорой на диск большого радиуса.

Поворотные столы прожекторов фирмы «Сперри» принадлежат к первому типу. Например, у зенитных прожекторов «Сперри» и у прожекторов типа З-15 поворотные столы имеют следующее устройство. Верхний подвижной диск поворотного стола здесь представляет собой цельную отливку вместе с лирой. В нижней части этой отливки имеется центральная расточка под подшипники (рис. 67), посредством которых верхний диск с лирой установлен **на центральном штыре**. Всего подшипников три (рис. 68). Два из них *1* установлены в верхней части центральной расточки; опираясь на заточку верхнего конца центрального штыря *2*, они передают вес всех поворачивающихся частей прожектора на центральный штырь. Третий подшипник *3* установлен в нижней части расточки и служит только для восприятия боковых нагрузок, возникающих от неравномерного распределения весов отдельных частей по отношению к вертикальной оси и при наклоне прожектора. Снизу на верхнем вращающемся диске укреплены на десяти стойках (приливах) *1* (рис. 67) зубчатое колесо-шестерня *2*, контактные щётки *3* и маслёнка *4* для смазки нижнего подшипника. Для защиты контактных колец от попадания пыли и грязи по окружности диска укрепляется кольцо из листового материала. Против установки

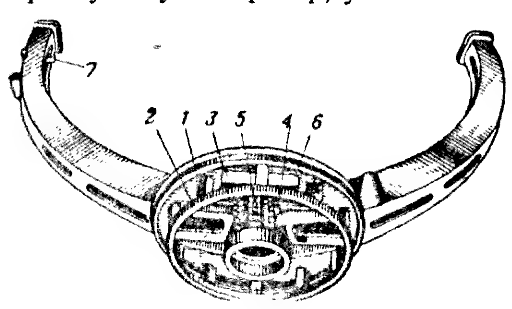


Рис. 67. Поворотный стол (вид снизу):

1—стойка (прилив); *2*—зубчатое колесо-шестерня; *3*—контактные щётки; *4*—маслёнка; *5*—изоляционная планка; *6*—люк; *7*—упор.

контактных щёток верхний диск имеет прямоугольное отверстие *б*, перекрываемое съёмной крышкой, для доступа к контактным кольцам и щёткам.

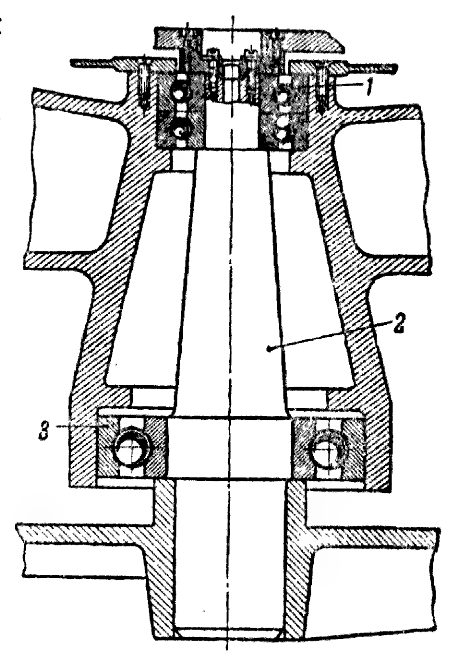


Рис. 68. Установка поворотного стола:

1—верхние подшипники; *2*—центральный штырь; *3*—нижний подшипник.

На правой стойке лиры (по лучу прожектора) помещаются: коробка измерительных приборов, коробка рубильника, механизм вертикального вращения с приводом и лампочка для освещения лимба вертикального вращения. На обработанном верхнем конце стойки лиры закреплён литой корпус с гнездом для шарикоподшипника цапфы кожуха. К крышке корпуса подшипника у прожекторов типа «Сперри», З-15-3 и З-15-4 прикреплён лимб вертикального вращения с делениями. При вращении кожуха лимб остаётся неподвижным, а отсчеты делений производятся по стрелке-указателю, жёстко связанному с кожухом прожектора. На лимб нанесены 20 больших делений (каждое из них равно 6°), разбитых, в свою очередь, на пять равных частей (по 1,2°). Каждое большое деление соответствует одной сотой дистанции. Цифрами обозначены большие деления через одно, справа налево: 2,0, 2,4 и т. д. до 18. При горизонтальном направлении луча прожектора стрелка-указатель стоит на 0. У прожекторов З-15-4А и З-15-4Б лимб для отсчёта углов поворота луча в вертикальной плоскости сделан больше и расположен по ободу зубчатого сектора, так что перемещается вместе с ним при вращении кожуха вокруг оси цапф. Стрелка-указатель и лампа освещения лимба расположены на правой стойке лиры.

У прожекторов «Сперри» более поздних выпусков и у прожекторов З-15-4 на левом верхнем обработанном конце лиры закреплена неподвижно коробка датчика обратного контроля угла места, которая служит одновременно гнездом для шарикоподшипника левой цапфы кожуха.

В средней части верхнего диска поворотного стола прожекторов З-15-3 установлен нулевой контактор азимута. Нулевой контактор угла места в этом случае расположен на правой стойке лиры на одном уровне с коробкой измерительных приборов. У прожекторов З-15-4 в средней верхней части диска поворотного стола укреплен кожух датчика обратного контроля азимута прожектора и расположено два уровня для установки прожектора в горизонтальном положении.

В коробке измерительных приборов, представляющей собой силу-

миновую отливку, на изоляционной панели расположены вольтметр и амперметр, показывающие соответственно напряжение и величину тока дуги.

Вольтметр имеет шкалу с делениями до 140 в, каждое деление соответствует 5 в. Нормальное рабочее напряжение дуги 78 в на шкале отмечено красной чертой. Амперметр имеет шкалу до 300 а; каждое деление соответствует 10 а. Нормальный рабочий ток дуги 150 а на шкале отмечен красной чертой. На оборотной стороне изоляционной панели расположен шунт для амперметра. Сзади коробка закрыта крышкой, при помощи которой коробка прикреплена к лире. Над приборами для освещения их шкал расположена пальцеобразная лампа 110 в, 15 вт. Лампа снабжена цоколем «Сван малый» и вставлена в патрон, укрепленный на крышке люка коробки. На передней стенке коробки имеются два винта, закрывающие отверстия для доступа к регулировочным винтам приборов.

Коробка рубильника литая и содержит двухполюсный рубильник на 150 *а*, два плавких предохранителя в цепи питания освещения на прожекторе и дополнительный контакт (у прожекторов З-15-4) для шунтирования добавочного сопротивления в цепи питания дающих ключей. Снаружи коробки, на её боковой стенке, установлены выключатель ламп освещения лимбов и штепсель для включения переносной лампы.

Рубильник на прожекторах З-15-3 и З-15-4 обычный ножевой, на других прожекторах З-15 применены рубильники с блоком щёток и искрогасителями.

Уровни установлены на верхней стороне диска поворотного стола перпендикулярно друг к другу. Стеклянные трубки уровней заключены в металлическую оправу и для предохранения от смещения залиты гипсом. Трубки имеют на своей поверхности деления. Перемещение воздушного пузырька в трубке уровня на одно деление соответствует наклону вертикальной оси прожектора на 15′ ($^1/_4$). Поверх оправы уровня надет поворотный футляр с окном. Для пользования уровнем нужно футляр повернуть так, чтобы окно было наверху. После установки прожектора в горизонтальной плоскости футляры следует повернуть окнами вниз, во избежание повреждения стеклянных трубок уровней. Концы оправы уровней закрыты колпачками и прикреплены винтами, являющимися одновременно и регулировочными. Снимать колпачки с оправ уровней и поворачивать регулировочные винты разрешается только при установке уровней.

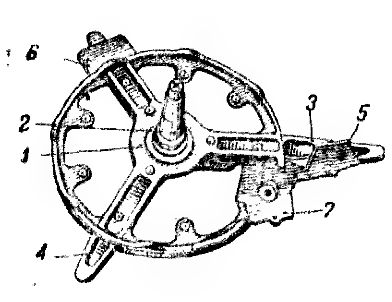
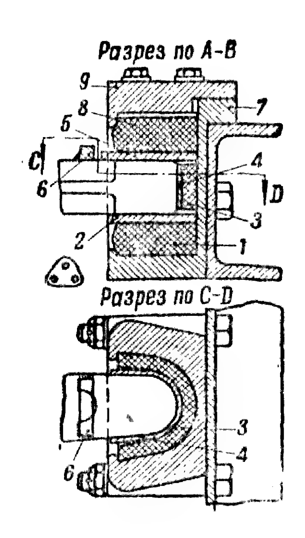


Рис. 69. Литая опора (крестовина) с запрессованным штырём:

1—крестовина; *2*—штырь; *3*—лапа длинная; *4*—лапа правая; *5*—плита для крепления синхронного агрегата; *6*—плита для крепления стойки стопора поворотного стола; *7*—плита для крепления механизма горизонтального вращения.

Центральный штырь *2* (рис. 69), являющийся вертикальной осью вращения прожектора, укреплён в центре крестовины, которая представляет собой стальную отливку с тремя лапами. В нижней утолщенной части диаметр проточки штыря несколько больше



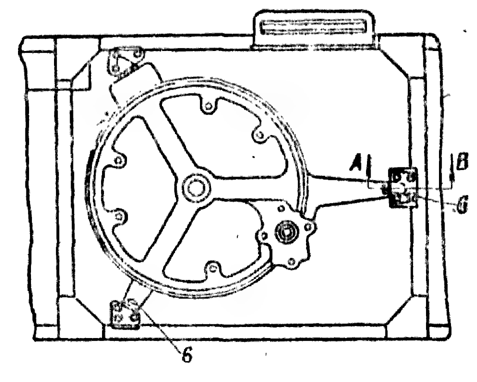


Рис. 70. Крепление лапы крестовины:

1—нижний резиновый амортизатор; 2—нижняя стальная пластина; 3—боковая резиновая прокладка; 4—стальная лента; 5—верхняя стальная пластина; 6—упорная планка; 7—кронштейн; 8—верхний резиновый амортизатор; 9—крышка.

(на 0,04÷0,06 мм) внутреннего диаметра центральной втулки крестовины; штырь вставлен в последнюю при нагретой до 180—200°С крестовине (горячая посадка). В центре штыря имеется канал для электропроводов. На двух лапах 3 и 4 крестовины сверху приварены упорные планки 6 (рис. 70), на третьей лапе упором служит плита 6 (рис. 69). Концы трех лап крестовины закреплены в кронштейнах 7 (рис. 70) следующим образом. На дне кронштейна уложен резиновый амортизатор 1, который накрыт стальной пластиной 2. На эту пластину опирается конец лапы крестовины. Для боковой амортизации между торцом лапы и стенкой кронштейна также имеется резиновая прокладка 3. Для предохранения этой прокладки от стирания между нею и торцом лапы проложена стальная лента 4. На конец лапы наложена стальная пластина 5, поверх которой уложен резиновый амортизатор 8, прижатый крышкой 9 кронштейна. Резиновые амортизаторы 1 и 8 сжаты на 5—6 мм. За величиной сжатия этих амортизаторов следует постоянно следить. Осмотр их должен производиться не реже двух раз в год. При отсутствии указанного сжатия амортизаторов подтянуть болты крышки, если они ослабли и имеется зазор между крышкой и кронштейном, или сменить амортизаторы. Смещение верхней пластины 5 в горизонтальной плоскости ограничено упорными планками 6.

Кронштейны 7 (рис. 70 и 71) для крепления крестовины установлены на раме тележки. Рама тележки 1 (рис. 71) состоит из четырёх швеллеров (двух продольных и двух поперечных), сваренных между собой. Рама тележки с помощью двух литых алюминиевых кронштейнов 2 подвешена к двум осям 3, сделанным из стальных труб. Одна из осей (передняя) снабжена поворотными колёсами 4. Поворот колёс осуществляется рулевым управлением. Последнее приводится в действие съёмной ручной тягой 6, которая одновременно служит и для передвижения прожектора. Вторая пара колёс имеет неподвижные полуоси. Все колёса тележки отлиты из силумина и снабжены грузолентами, а для лёгкости хода установлены на роликоподшипниках. К концам

продольных балок рамы тележки приварены крюки *8* для закрепления прожектора на платформе автомашины. В середине заднего поперечного швеллера рамы тележки приварено ушко для закрепления троса лебёдки при вкатывании прожектора на платформу автомашины. На тележке расположены контактные кольца *11* и *20*, механизм гори-

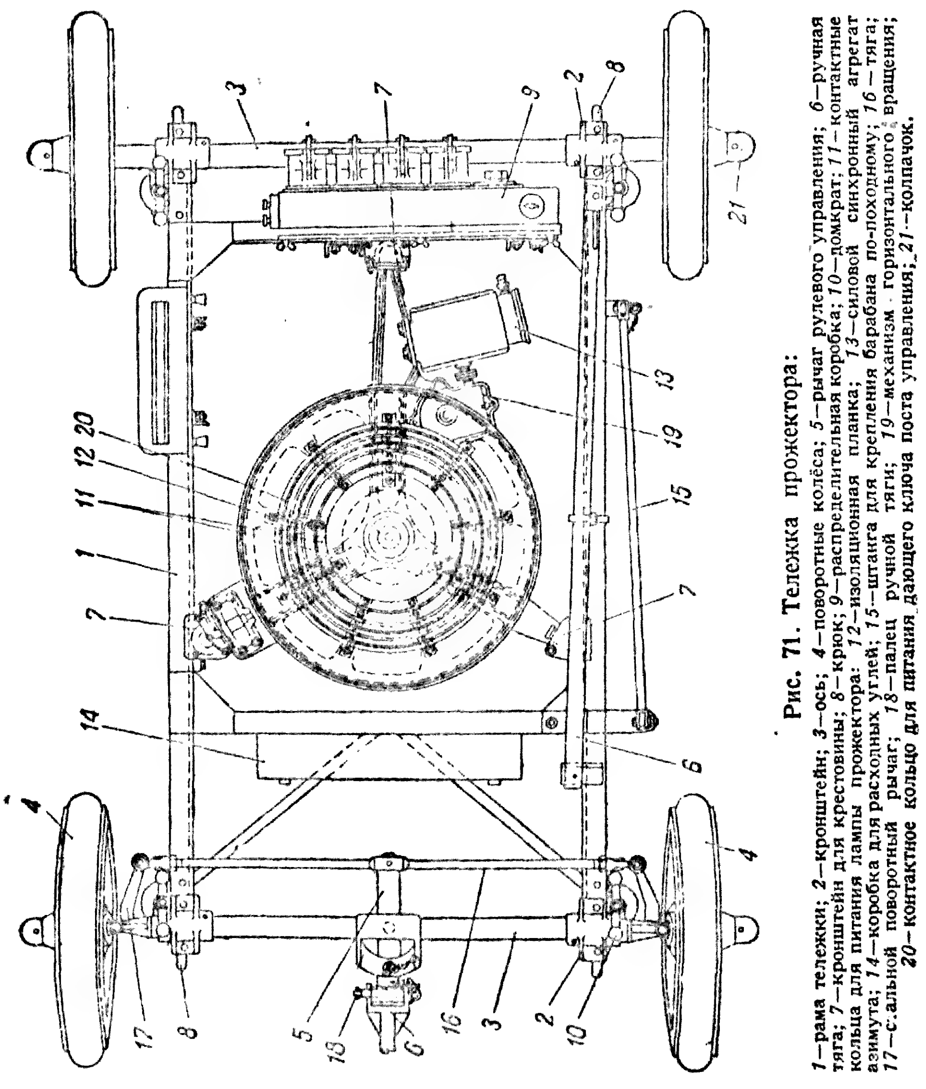


Рис. 71. Тележка прожектора:

1—рама тележки; *2*—кронштейн; *3*—ось; *4*—поворотные колёса; *5*—рычаг рулевого управления; *6*—ручная тяга; *7*—кронштейн для крестовины; *8*—крюк; *9*—распределительная коробка; *10*—домкрат; *11*—контактные кольца для питания лампы прожектора: *12*—изоляционная планка; *13*—силовой синхронный агрегат азимута; *14*—коробка для расходных углей; *15*—штанга для крепления барабана по-походному; *16*—тяга; *17*—стальной поворотный рычаг; *18*—палец ручной тяги; *19*—механизм горизонтального вращения; *20*—контактное кольцо для питания дающего ключа поста управления; *21*—колпачок.

зонтального вращения *19* с электродвигателем для вращения *13*, распределительная коробка *9*, четыре домкрата *10* для установки оси горизонтального вращения в вертикальной плоскости, штанга *15* с рессоркой для крепления кожуха прожектора по-походному и коробка *14* для угольных электродов на 6 пар. На передней оси тележки в середине укреплён сегмент с отверстием для стопора. Снизу на сегменте имеются два упора для ограничения поворота колёс в горизонтальной пло-

скости в пределах угла $\pm 20^\circ$ (влево, вправо). На трубе сегмента снизу шарнирно укреплён рычаг *5* (рис. 71) рулевого управления, который через тягу *16* и поворотные рычаги *17* соединен с полуосями. Для облегчения поворота колёс в горизонтальной плоскости полуоси имеют наклон в 2°. Полуоси укреплены в стальной вилке с пальцем наверху, заканчивающимся маслёнкой.

Ручная тяга прикреплена к рычагу управления пальцем *18*, на конце которого имеется язычок, предохраняющий палец от выпадания. Для защиты роликоподшипников от пыли и грязи с внутренней стороны колеса имеется войлочное кольцо, а с наружной колпачок *21*. Для смазки наружного роликоподшипника необходимо снимать колпачок колеса, а для внутреннего роликоподшипника — самое колесо.

Поворотные столы зенитных прожекторов немецких и французских фирм имеют такое устройство, что весь вес прожектора передаётся на неподвижное основание не через центральный штырь, а через опорный подшипник большого радиуса; это, во-первых, позволяет несколько понизить центр тяжести вращающейся части, а, во-вторых, исключает возможные случаи поломки центрального штыря. Центральный штырь в этих поворотных столах иногда применяется, но он используется как ось, частично воспринимающая боковые нагрузки.

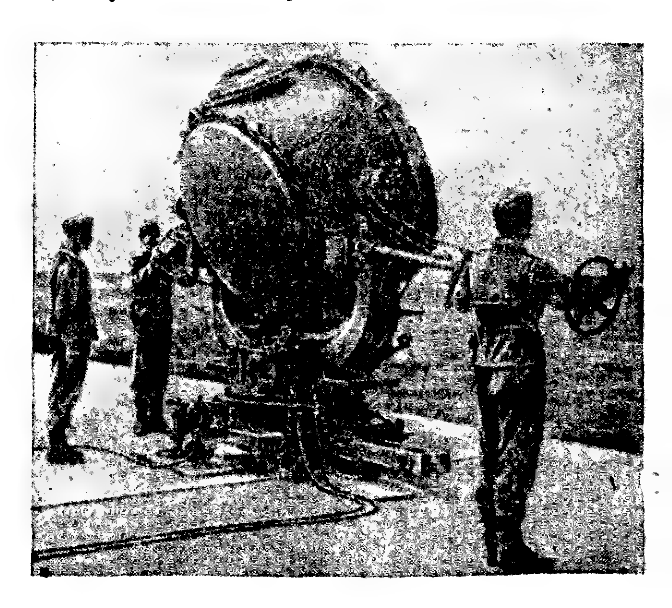


Рис. 72. Зенитный прожектор, находящийся на вооружении частей ПВО фашистской Германии.

Основанием некоторых зенитных прожекторов является лёгкая тележка малых размеров, которая служит для вкатывания прожектора на платформу автомобиля и скатывания его с платформы для работы. Тележка также используется для перемещения прожектора на позиции — для удобной его маскировки в дневных условиях и для установки прожектора в более выгодное положение при ночной работе. Очень часто зенитные прожекторы монтируют на автомобильных двухосных или одноосных прицепках. На тяжелых прицепках монтированы зенитные прожекторы французских фирм «Барбье-Бенар и Тюрени» и «Соттер-Гарле», голландской фирмы «Лоннекер», фирм «Герц» и «Кольбен-Данек». Фирма «AEG» монтирует свои зенитные прожекторы на прицепках разборного типа (рис. 72), у которых скаты колёс

при установке на позиции убираются, и прожектор стоит просто на домкратах, имеющихся на опорной плите основания, которая одновременно является и рамой прицепки.

30. Механизмы наводки прожектора по азимуту и углу места

Тяжёлые зенитные прожекторы, как правило, имеют те или иные механизмы наводки, позволяющие изменять направление луча в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Механизмы наводки могут быть выполнены различно, но они должны всегда обеспечивать вращение прожектора при помощи ручного привода (штурвал, штанга) или при помощи моторного привода и должны иметь приспособление для переключения с ручного привода на моторный и обратно.

У прожекторов типа «Сперри» и З-15 вращение в горизонтальной плоскости круговое на 360° (на любое число поворотов) в обе стороны, а в вертикальной плоскости — в пределах от —10° до + 95° от горизонтали. Механизм вертикального вращения (рис. 73) в этом случае устроен так, что мотор вертикального вращения укреплён на кронштейне, отлитом заодно с коробкой механизма вертикального вращения *3*, закреплённой на лире. Механизм вертикального вращения служит для передачи вращения от вала мотора к прожектору, одновременно уменьшая число оборотов в отношении 1:300. Последнее осуществляется следующей конструкцией передающего механизма.

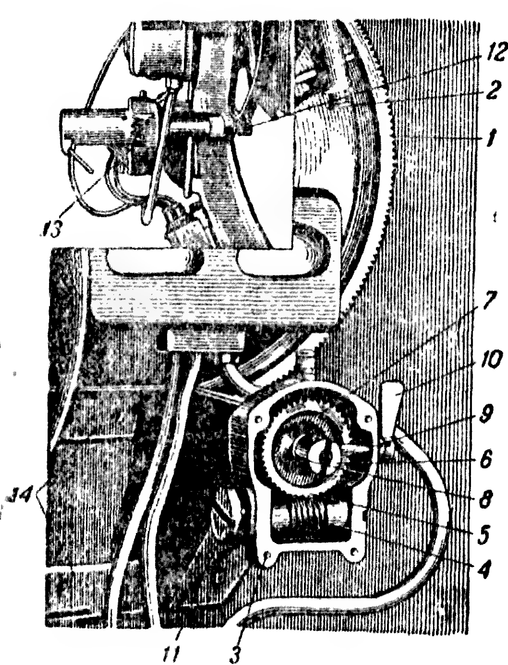


Рис. 73. Механизм вертикального вращения:

1—зубчатый сектор; *2*—пружинный буфер; *3*—коробка механизма; *4*—червяк; *5*—червячная шестерня; *6*—валик; *7*—зубчатая шестерня внутреннего зацепления; *8*—муфта переключения с зубчаткой (скользящей); *9*—валик с эксцентриком; *10*—рукоятка (валика *9*); *11*—диск соединительной муфты; *12*—шестерня (валика *6*); *13*—упоры; *14*—место крепления мотора вертикального вращения.

Червяк *4*, закреплённый в коробке на двух шарикоподшипниках, соединяется специальной соединительной муфтой *11* с мотором и делает то же число оборотов, что и мотор. С червяком сцеплена червячная шестерня *5*. Эта пара осуществляет передаточное число 1:15. Червячная шестерня при помощи механического включения соединяется с валиком *6*, который одним своим концом выходит из коробки в сторону кожуха и оканчивается шестернёй *12*. Последняя сцеплена с зубчатым сектором, установленным на кожухе. Эта пара осуществляет передаточное число 1:20. Таким образом, червячное колесо

вращается в 15 раз медленнее, чем червяк, т. е. чем мотор, зубчатый сектор с кожухом — в 20 раз медленнее, чем червячная шестерня, и в 300 раз медленнее, чем мотор. На другом конце горизонтального валика *6* имеется продольная шпонка. По шпонке в направлении оси скользит муфта переключения *8*, снабженная зубьями. На червячной шестерне с наружными зубьями имеется ещё зубчатая шестерня внутреннего зацепления *7*. Зубья скользящей муфты переключения *8*, будучи введены в зубья шестерни *7*, вращающейся посредством червяка от мотора, заставляют вращаться эту муфту, а вместе с ней через шпонку и валик с малой шестерней *12*. Муфта переключения *8* переводится из одного положения в другое валиком с эксцентриком *9*, шип которого заходит в заточку на муфте переключения. Валик одним концом выведен из коробки; на этот конец насажена рукоятка *10*, вращательное движение которой ограничено двумя упорами *13*; на одном из них написано: «свободно» или «ручное», на другом «мотор». При рукоятке, установленной на «мотор», муфта переключения включена и, следовательно, прожектор включён на мотор. На наружном конце горизонтального валика *6*, выступающем из коробки механизма вертикального вращения, имеется вырез, в который входит хвост наконечника поворотной штанги в то время, когда муфта переключения отодвинута от червячной шестерни и мотор отключён от ведущего горизонтального валика.

Поворотная штанга, представляющая собой цельнотянутую дюралюминиевую трубу, внутри которой расположена другая труба меньшего диаметра, концом наружной трубы вдвигается в замкнутую гильзу на крышке механизма вращения. Внутренняя труба на своем конце, который входит в зажимную гильзу имеет наконечник с хвостом, а на противоположном конце — цилиндрическую зубчатку, сцепленную с такой же цилиндрической зубчаткой, сидящей на оси штурвала поворотной штанги. Эта цилиндрическая пара осуществляет передаточное отношение 1:1 и установлена исключительно для того, чтобы движения штурвала штанги и прожектора были в одном направлении.

У прожекторов типа 3-15-4Б эта пара зубчаток для удобства перенесена в коробку механизма вертикального вращения, причём одна шестерня установлена на горизонтальном ведущем валике *6* (рис. 74), а другая установлена на дополнительном валике, монтированном на крышке с зажимной гильзой (рис. 75).

Таким образом, штанга закреплена своим концом в зажимной гильзе, расположенной немного ниже, и хвост стального наконечника внутренней трубы штанги входит в прорезь на нижнем валике, установленном на крышке механизма. Зубчатка *7* (рис. 74) перемещается вдоль оси горизонтального ведущего валика вместе с муфтой переключения *8* (рис. 73), и, когда муфта находится в сцеплении с червячной шестерней, зубчатка *7* (рис. 74) удалена вперёд и не находится в сцеплении с зубчаткой на крышке коробки.

Механизм горизонтального вращения у зенитных прожекторов имеет следующее устройство.

Литая коробка механизма *1* (рис. 76) укреплена на крестовине тележки рядом с мотором горизонтального вращения, укреплённым на

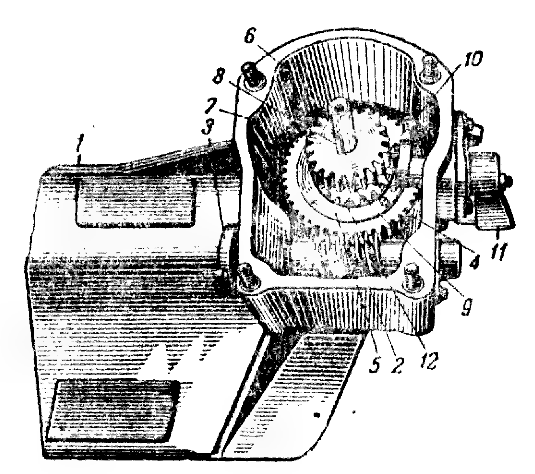


Рис. 74. Механизм вертикального вращения (вид со стороны штангиста; крышка с зажимной гильзы снята):

1—кронштейн для силового синхронного агрегата; *2*—червяк; *3*—соединительная полумуфта; *4*—червячная шестерня; *5*—зубчатое кольцо с внутренними зубцами; *6*—валик; *7*—шестерня подвижная; *8*—шпонка; *9*—кольцевая канавка подвижной шестерни; *10*—палец переключателя; *11*—ручка переключателя; *12*—трёхзубчатый сектор подвижной шестерни (зубцы сцеплены с зубцами зубчатого кольца).

той же лапе крестовины. На рис. 77 показана коробка механизма горизонтального вращения, в разрезе, где видны следующие детали.

Малая шестерня *2*, расположенная на вертикальном, ведущем валике *3*, выходит из коробки *1* и сцепляется с большой шестерней *2* (см. рис. 67), укреплённой на нижней части верхнего вращающегося диска поворотного стола.

Червячная шестерня *4* (рис. 77) насажена на валик *3* свободно, так что может вокруг него вращаться. Сверху ступица червячной шестерни упирается в бортик на валике. В нижней части коробки на валик *3* надета втулка *5*, имеющая на верхнем конце кольцевой выступ по диаметру ступицы шестерни, внизу — фрезерованный вдоль оси паз. В валике в этом месте поставлен штифт *6*, выходящий двумя своими концами в пазы втулки и тем самым препятствующий поворачиванию втулки вокруг валика. Те же пазы дают возможность втулке свободно скользить на величину пазов вверх и вниз вдоль оси валика. На нижнем конце валика *3*, выходящем из коробки *1*, сделана нарезка, по которой

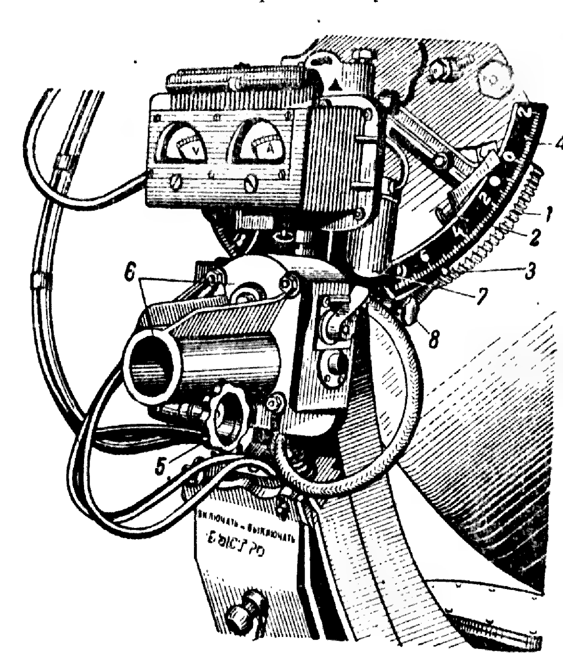
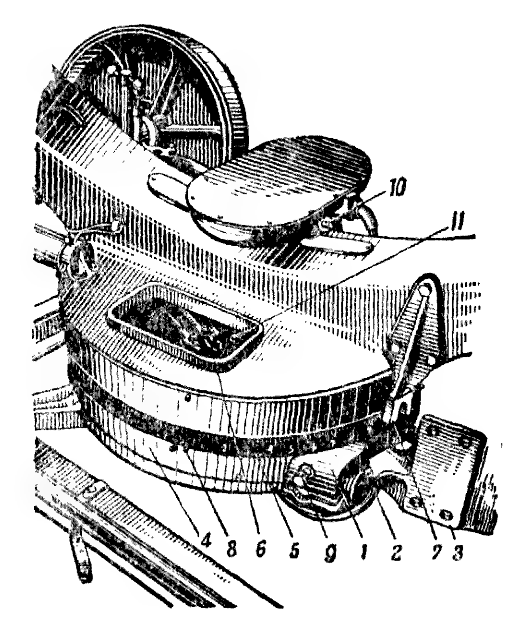


Рис. 75. Механизм вертикального вращения на прожекторе:

1—зубчатый сектор; *2*—буфер пружинный; *3*—указатель; *4*—лимб вертикального вращения; *5*—маховичок для закрепления поворотной штанги; *6*—крышка с зажимной гильзой; *7*—лампочка для освещения указателя и лимба вертикального вращения; *8*—маховичок для затормаживания вала механизма вертикального вращения.

Рис. 76. Механизм горизонтального вращения, установленный на прожекторе (жирными цифрами 9, 10 и 11 обозначены места смазки):

1—механизм горизонтального вращения; *2*—маховик; *3*—плита для крепления силового синхронного агрегата; *4*—цилиндрический кожух; *5*—лимб горизонтального вращения; *6*—люк; *7*—стальная вилка для стопорения поворотного стола; *8*—стопор; *9*—маслёнка для смазки механизма; *10*—маслёнка верхних подшипников штыря; *11*—маслёнка нижнего подшипника штыря.



алюминиевый маховичок *7* может двигаться вверх и вниз. В своем крайнем верхнем положении маховичок[1] поднимает втулку в крайнее верхнее положение, и тогда червячная шестерня *4* оказывается зажатой на валике между бортиком и втулкой.

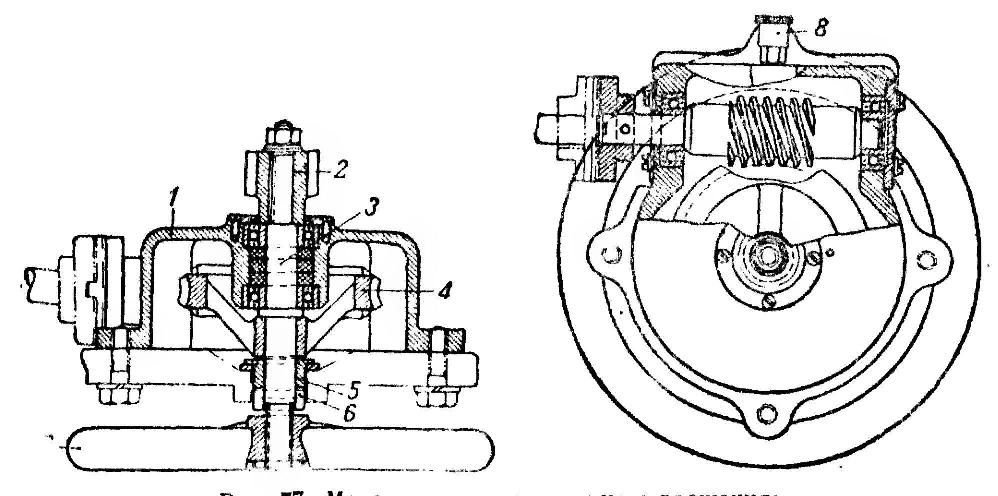


Рис. 77. Механизм горизонтального вращения:

1—коробка механизма; *2*—цилиндрическая шестерня; *3*—валик; *4*—червячная шестерня; *5*—втулка с пазом; *6*—штифт; *7*—маховичок; *8*—маслёнка.

Таким образом, при крайнем верхнем положении маховичка мотор оказывается механически включённым на прожектор, при нижнем положении маховичка мотор отключен. Весь этот механизм вместе с

---

[1] У нового зенитного прожектора «Сперри» маховичок заменен рычажной рукояткой, выполняющей ту же роль.

мотором смонтирован на длинной лапе крестовины, для чего последняя имеет плиты *5* и *7* (см. рис. 69). Лимб горизонтального вращения *5* расположен на кожухе *4* (рис. 76) крестовины. Лимб может поворачиваться по окружности кожуха и закрепляться в любом положении при помощи стопора *8*. Таким образом, прожектор можно установить на «0» по ориентиру в любом направлении, что значительно упрощает работу прожектористa.

При вращении поворотного стола лимб остаётся неподвижным; отсчет производится по стрелке-указателю, закреплённому на поворотном столе под лампочкой, которая его освещает. Шкала азимутального лимба имеет 300 делений угломера. Каждое пятое деление имеет штрих несколько больших размеров и отмечено цифрой. Таким образом, на шкале имеется 60 больших делений, каждое соответствует повороту прожектора на 6° (сто тысячных, или 1-00).

Вращение прожектора в горизонтальной плоскости вручную осуществляется при помощи той же поворотной штанги путём перемещения со штангой вокруг прожектора. Длина штанги такова, что наблюдатель находится на расстоянии 4 м от центра луча.

У зенитного прожектора типа О-15-2, имеющего только ручное управление, механизмы вращения выполнены весьма просто. Механизм вертикального вращения состоит из двух колец, которые установлены на правой и левой цапфах и вместе с ними крепятся к ободу кожуха. Для укрепления штанги обе цапфы удлинены и имеют шпонки, благодаря чему можно управлять лучом как с правой, так и с левой стороны кожуха. Кольца, установленные жестко на цапфах, охватываются стальными лентами с подкладками из хлопчатобумажного ремня. Натяжение ленты тормозит кожух в любом положении и осуществляется при помощи коленчатого валика, к которому прикреплён один конец ленты, а другой её конец закреплён в ушке на стойке лиры. Поворачивая коленчатый валик от рукоятки, которая находится на наружной стороне лиры, можно, сближая концы стальной ленты и натягивая её на кольца, закрепить кожух в любом положении, препятствуя вращению цапф в подшипниках. Рукоятка тормоза имеет защёлку, фиксирующую положение коленчатого валика. На тормозных кольцах установлены лимбы. Указатель угла поворота крепится к специальному кронштейну на стойке лиры, на котором установлен колпачок с лампочкой для освещения делений лимба.

Ограничение вращения кожуха осуществляется при помощи упорных уголков, установленных на тормозных кольцах и упирающихся в стойки лиры.

У некоторых прожекторов мотор вертикального вращения устанавливается на верхнем вращающемся диске поворотного стола. Иногда вращение прожектора в вертикальной плоскости допускается на 360° (например у зенитных прожекторов французской фирмы «Соттер-Гарле»); тогда вместо зубчатого сектора берется полное зубчатое колесо. Механизмы вертикального и горизонтального вращения в некоторых случаях снабжаются штурвалами для ручной наводки. Конструктивное выполнение механизмов вращения у прожекторов разных фирм различно.

ГЛАВА IX

УСТРОЙСТВО ЗВУКОПЕЛЕНГАТОРОВ И АКУСТИЧЕСКИХ КОРРЕКТОРОВ

31. Монтаж акустической системы и механизмы наводки звукопеленгатора

Звуковая энергия, собираемая звукоприемниками, должна поступать в уши наблюдателей, для чего необходимы некоторые каналы, соединяющие рупоры или параболоиды с ушами наблюдателей, обслуживающих звукопеленгатор. Таким образом, вся акустическая система звукопеленгатора состоит из **звукоприемников и звукопроводов**, соединяющих звукоприемники с ушами наблюдателей. Звукоприемники и звукопроводы должны быть смонтированы так, чтобы имелась возможность входные отверстия звукоприемников наводить по направлению на источник звука и, следовательно, звукопеленгатор должен иметь также **поворотный стол и механизмы наводки акустической системы.**

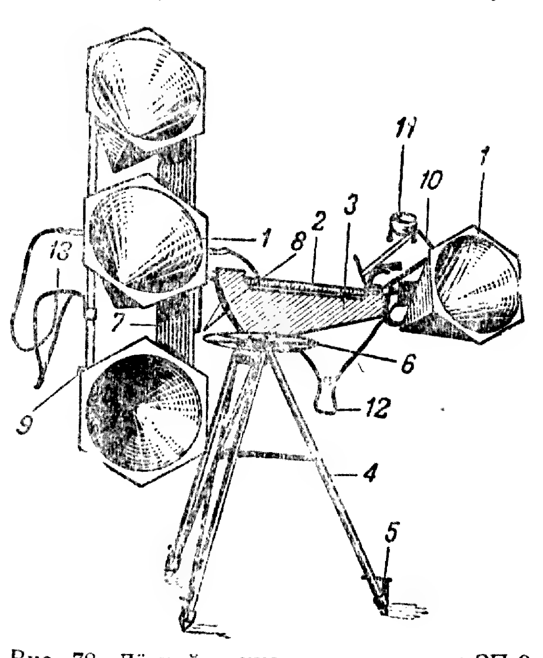


Рис. 78. Лёгкий звукопеленгатор типа ЗП-2:

1—звукоприёмники; *2*—горизонтальный вал; *3*—лира; *4*—тренога; *5*—рукоятка для ввинчивания оконечности ноги треноги в грунт; *6*—горизонтальный лимб; *7*—вертикальный лимб; *8*—скоба наводки в азимуте; *9*—скоба наводки в угле места; *10* и *11*—детали кольцевого прицела; *12* и *13*—стетоскопы.

В зависимости от типа звукопеленгатора и от общего его конструктивного монтажа все эти элементы могут выполняться различно. Рассмотрим здесь устройство некоторых звукопеленгаторов, являющихся наиболее характерными.

Легкие звукопеленгаторы типа ЗП-2 (рис. 78) имеют звукоприемники *1*, монтированные на горизонтальном валу *2*, который может вращаться в своих подшипниках на лире *3*, чем и достигается перемещение рупоров в вертикальной плоскости.

Перемещение рупоров в горизонтальной плоскости достигается вращением лиры *3* на треноге *4* вокруг установленного в центральной части лиры штыря. Оконечности ног треноги имеют винты, которые могут ввинчиваться в грунт вращением рукояток *5* для большей устойчивости прибора. На верхней части треноги установлен горизонтальный лимб *6*. На этом лимбе установлен Т-образный уровень, по которому выверяется установка прибора в горизонтальной плоскости.

Звукоприемники монтированы таким образом, что крайний справа и средний слева сообщаются с ушами наводчика по азимуту, а верхний слева и нижний слева — с ушами наводчика по углу места. Для измерения углов высоты имеется вертикальный лимб *7*, укреплённый на раме, несущей три рупора. Прикреплённый к лире индекс служит одновременно для отсчёта углов по лимбам *6* и *7*, так как вертикальный лимб вращается относительно индекса. Звукоприемники имеют на своих узких концах резиновые шланги, сообщающиеся попарно у двух стетоскопов *12* и *13* или у двух шлемов, надеваемых на головы наблюдателей.

Лёгкий трёхрупорный звукопеленгатор «Сперри», показанный на рис. 79, смонтирован на тумбе, опирающейся на диск, который служит основанием прибора. Звукоприемники закреплены на трубчатых консолях.



Рис. 79. Новый трёхрупорный звукопеленгатор американской фирмы «Сперри».

Звукопеленгатор, так же как и ЗП-2, для транспортировки разбирается на шесть частей. Приблизительный вес этих частей следующий:

Два рупора	40,8	кг
Один общий рупор	25	»
Корректор с ящиком для переноски и с запасными частями	150	»
Колонна	13,6	»
Платформа	59	»
Чехлы для рупоров (три штуки)	166,3	»
Кабель и кабельный барабан	180	»

Звукоприемники выполнены в виде полуэкспоненциальных рупоров (см. рис. 36) из полотна, пропитанного специальным составом; длина рупора около 60 см, раствор около 30°, диаметр входного отверстия 35 см.

Рупор имеет легко обтекаемую ветром форму. Все металлические части в акустической системе покрыты материалом, поглощающим вибрационный шум. Рупоры расположены у вершин прямоугольного треугольника, одна сторона которого (от штурвала слухача угла места) вращается в вертикальной плоскости, а другая соответственно в горизонтальной. Рупор у вершины прямого угла выполняет двойную функцию — через него слушают оба слухача. Этот рупор имеет двойную звуковую трубку на выходе. Этот звукопеленгатор снабжён корректором, решающим поправки на запаздывание звука и на базу между звукопеленгатором и прожектором; поправка на ветер учитывается табличным способом при установке скорости самолёта. Корректор обслуживается одним человеком.

Тяжёлый звукопеленгатор «Сперри» и звукопеленгаторы типов ЗТ-3 и ЗТ-4 имеют в качестве звукоприёмников экспоненциальные рупоры. Звукоприёмники установлены симметрично относительно сторон некоторого квадрата. Каждый из звукоприёмников на своём узком конце скрепляется с широким концом S-образного конического звукопровода, который оканчивается резиновым шлангом. К последнему присоединяется резиновая раковина для уха наблюдателя (слухача), помещенная в шлеме.

Для транспортировки рупорные звукоприёмники снимаются с S-образных колен и широкими своими концами закрепляются к полу прицепа звукопеленгатора в вертикальном положении. Все четыре звукопровода смонтированы на крестовине, причём одна из балок этой крестовины своими горизонтальными концами опирается на подшипники, установленные на лапах лирообразной стойки. Центры входных отверстий звукоприёмников по азимуту (горизонтальных) и по углу места (вертикальных) удалены друг от друга на расстояние 270 см.

Звукоприёмники изготовляются из листового дюралюминия; S-образные звукопроводы отлиты из силумина. Лира звукопеленгатора отлита вместе с верхним диском поворотного стола из силумина и имеет две высокие вертикальные стойки. На правой стойке (по направлению оси акустической системы) монтирован штурвал механизма вертикальной наводки и некоторые детали этого механизма, а также сиденье слухача или наводчика по углу места. На левой стойке монтирован штурвал наводки в азимуте и сиденье слухача в азимуте.

Кинематическая схема механизмов наводки акустической системы у звукопеленгаторов типов «Сперри», ЗТ-3 и ЗТ-4 представлена на рис. 80. Слухач по углу места, вращая штурвал механизма вертикальной наводки, через пару конических зубчаток, помещённых в литой алюминиевой коробке, приводит во вращение вертикальный валик, идущий вдоль правой стойки лиры. На верхнем конце этого валика имеется ещё коническая зубчатка, сцепленная с конической зубчаткой, сидящей на горизонтальном коротком валике. Короткий верхний горизонтальный валик имеет ещё цилиндрическую зубчатку, которая сцеплена с зубчатым сектором, укрепленным на горизонтальной балке крестовины.

Таким образом, вращение штурвала вызывает поворот всех четырёх звукоприёмников в вертикальной плоскости. Один поворот штурвала на полный оборот отвечает повороту звукоприёмников на 8°, т. е. все зубчатые передачи осуществляют передаточное отношение 1:45. Кроме вращения акустической системы, от штурвала наводчика по углу места вращение передаётся через нижний горизонтальный валик, вертикальный валик, проходящий свободно через центральный штырь и через три пары конических зубчаток к карданному валу корректора, в результате чего угол поворота акустической системы в вертикальной плоскости поступает на корректор.

Наводчик по азимуту (слухач в азимуте), вращая свой штурвал, через пару конических зубчаток приводит во вращение вертикальный валик, на нижнем конце которого имеется цилиндрическая зубчатка, сцеплённая с большой цилиндрической зубчаткой, укреплённой на неподвижной части поворотного стола. Малая зубчатка будет катиться по неподвижной большой зубчатке, и

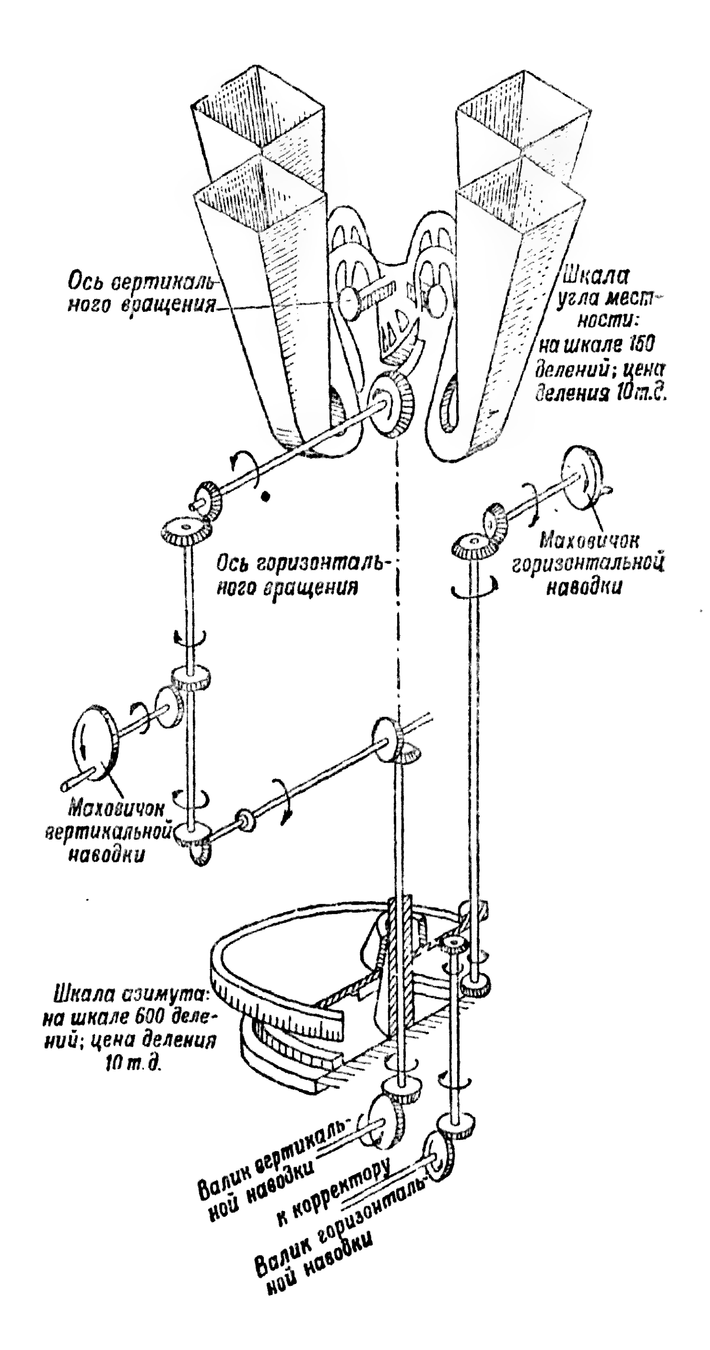


Рис. 80. Механизм привода акустической системы звукопеленгаторов «Сперри».

верхний подвижный диск поворотного стола, вместе с лирой, ведомый вертикальным валиком, будет вращаться в азимуте вокруг центрального штыря.

Таким образом, слухач азимута будет вращать всю акустическую систему в горизонтальной плоскости, одновременно перемещая себя и наводчика по углу места. На верхнем подвижном диске поворотного стола укреплена цилиндрическая шестерня, сцеплённая с малой цилиндрической шестерней, сидящей на вертикальном поворотном валике, который будет вращаться при вращении акустической системы в азимуте и передавать азимутальный угол поворота акустической системы на корректор.

Механизм привода акустической системы в азимуте осуществляет то же передаточное отношение 1:45, т. е. за полный оборот штурвала азимута акустическая система повернётся на 8°. Обоймы всех шарикоподшипников привода акустической системы обвернуты плоской резиной для звукоизоляции. На позиции платформа прицепки устанавливается по уровням при помощи четырёх домкратов, которые при движении прицепки убираются, отклоняясь на шарнирах и закрепляясь к нижней стороне пола платформы. Для работы борта прицепки откидываются, и три из них закрепляются в горизонтальном положении. Задний борт остаётся опущенным вниз и здесь на землю ставятся два стула для корректировщиков, обслуживающих акустический корректор. Прицепка имеет дышло с приспособлением для сцепки с буксирующим автомобилем, причём это приспособление автоматически тормозит прицепку при набегании её на буксирующий автомобиль. Кроме того, с левой стороны съёмной передней скамейки помещена рукоятка ручного тормоза.

Кинематическая схема механизмов привода трехрупорного звукопеленгатора «Сперри» будет описана ниже вместе с описанием устройства его корректора.

Звукопеленгатор типа ЗТ-5 имеет следующие основные особенности. Он монтирован не на прицепке, а на платформе трехосной автомашины ЗИС-6, и вследствие этого конструкция его более сложная. Для сохранения габаритов автомашины в походном положении с учётом проходимости под железнодорожными мостами (не свыше 340 см), а также для обеспечения возможности вращения акустической системы в азимуте на 360° при отсутствии экранирования звукоприемников кабиной шофера и необходимости размещения корректора на подвижных элементах, здесь пришлось в конструкцию звукопеленгатора ввести подъемный механизм. Акустическая система звукопеленгатора в этом случае крепится на крестовине при несимметричном расположении звукоприемников. Вертикальные звукоприемники сдвинуты от центра базы между горизонтальными звукоприемниками влево, так что ось верикальных звукоприемников находится на расстоянии 73 см от центра левого горизонтального звукоприемника. База между горизонтальными звукоприемниками равна 279 см, а между вертикальными — 259 см[1]. Крестовина опирается своим горизонтальным валом *19* (рис. 81) на консоль, укрепленную на стальной трубе, помещенной в массивной литой колонке из силумина. Стальная труба может подниматься и опускаться при помощи специального подъёмного механизма.

Устройство и действие этого подъёмного механизма поясняются рис. 81 и 82. Внутри полой литой колонки *20* проходит ходовой винт *15*, связанный через зубчатую передачу *13—14* с валиком *21*, вращающимися от рукоятки *22* (рис. 82). Рукоятка для подъёма

[1] У звукопеленгаторов «Сперри», ЗТ-3 и ЗТ-4 вертикальная и горизонтальная базы одинаковы и равны 270—275 см.

Рис. 81. Механизм привода акустической системы звукопеленгатора типа ЗТ-5:

1—штурвал азимута; *2* и *3* -червячная пара; *4*—цилиндрическая зубчатка; *5*—неподвижная шестерня; *6*—штурвал угла места; *7* и *8* -червячная пара; *9*, *10*, *11* и *12*—шестерни; *13* и *14*—зубчатая коническая передача; *15*—ходовой винт; *16*—кривошип; *17*—тяга; *18*—эксцентрический диск; *19*—горизонтальный вал; *20*—полая литая колонка; *21*—валик; *22*—рукоятка подъёмного механизма; *23*—втулка; *24*—стальная труба.

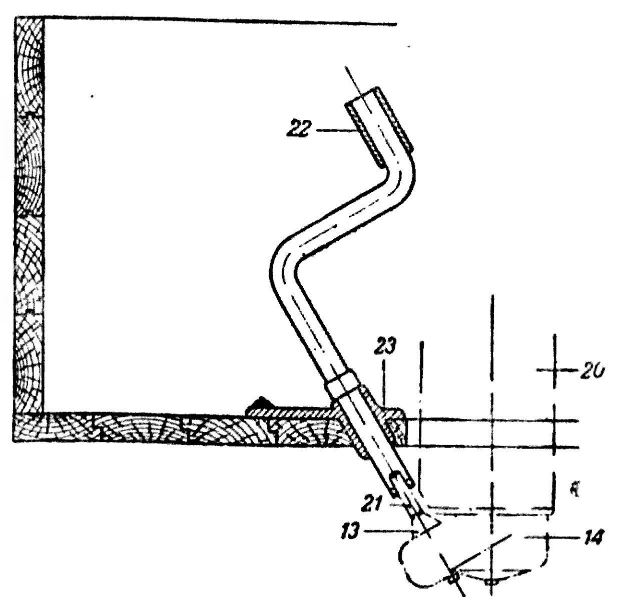


Рис. 82. Рукоятка подъёмного механизма

(названия деталей см. в подрисуночной подписи к рис. 1).

стальной трубы вставляется во втулку *23*, помещённую сбоку колонки звукопеленгатора наклонно по отношению к настилу платформы автомашины. При вращении рукоятки *22* и вместе с ней ходового винта *15* стальная труба *24* вместе с крестовиной и рупорами будет подниматься вверх. Ходовой винт имеет щит 6 мм, коническая пара *13—14* даст передаточное отношение 3:5. Таким образом для подъёма стальной трубы вверх на 750 мм необходимо рукоятку подъёмного механизма *22* повернуть 206 раз.

На рис. 81 приведена также механическая схема привода акустической системы. Здесь при вращении азимутального штурвала *1* через червячную пару *2—3* вращение передаётся на вертикальный валик, который на своём нижнем конце имеет цилиндрическую зубчатку *4*. Зубчатка, обкатываясь по неподвижной шестерне *5*, жёстко посаженной на неподвижной колонке звукопеленгатора (укрепленной на плите-основании), поворачивает всю акустическую систему в азимуте. Червячная пара и цилиндрическая пара осуществляют передаточное отношение 1:40; таким образом, за один оборот штурвала акустическая система повернётся на 9°. Шестерни *12*, *11*, *10* и *9* служат для передачи акустического азимута на корректор и для поворота полусферы корректора на тот же угол азимута, но в обратном направлении.

При вращении штурвала угла места *6* через червячную пару *7—8* и через горизонтальный валик движение передаётся на кривошип *16*. Кривошип, опускаясь вниз, тянет соединенную с ним тягу *17*. Тяга действует на эксцентрический диск *18*, жёстко посаженный на горизонтальный вал крестовины *19*, и поворачивает рупоры к зениту. При поворачивании кривошипа вверх тяга идёт тоже вверх и действует на эксцентричный диск снизу так, что рупоры начинают опускаться вниз. Эта система наводки обеспечивает передаточное отношение 1:25, так что за один оборот штурвала рупоры переместятся на 14,4°.

Сиденья слухачей укреплены на колонке звукопеленгатора, причём они размещены так, что слухач по азимуту обращен лицом к источнику звука, а слухач по углу места обращен к источнику звука спиной. Чтобы слухачи во время работы не утомлялись и не отвлекали своего внимания от слухового напряжения, сиденья их имеют опорные подножки для ног, спинки и подголовники, которые придают спокойное и не напряженное положение туловищу слухача.

Звукопеленгатор ЗТ-5 имеет специальную противоветровую защиту, состоящую из противовестровых металлических сеток на входные отверстия рупоров, защитных чехлов на рупоры, защитных чехлов на резиновые шланги, звукопроводы и меховые шлемы для слухачей. Металлические сетки натянуты на проволочный каркас двойным слоем. Один слой плоский, другой полусферический. Такая комбинация сеток наилучшим образом поглощает энергию ветра и уменьшает шум звукоприемников при ветре от собственных вибраций. Сетки укрепляются на рупорах застёжками каркаса и проушинами в рупоре. Сетки свиты из оцинкованной стальной проволоки и имеют 12 отверстий на один сантиметр. Защитные чехлы на рупоры выполнены из войлока и брезента. Чехол на рупоре затягивается ремешками. Резиновые шланги имеют также брезентовые чехлы с прокладкой из

войлока. Слухачи поверх кожаных шлемов могут надевать шлемы из меха, шерстью наружу, которые тоже снижают шум ветра, создающийся вокруг головы слухача. В походном положении противоветровые сетки укладываются в деревянные ящики на платформе автомобиля; меховые шлемы находятся в ящике с запасными частями.

Звукопеленгатор монтирован на автомашине так, что нижняя часть его колонки закреплена болтами на стальном основании (плите), которое прикреплено к раме автомобиля при помощи хомутов. Звукоприемники в походном положении снимаются и укрепляются к полу платформы при помощи откидных болтов с барашками. Съемная часть звукоприемника — рупор имеет следующие размеры: высота 137 см, размеры входного отверстия 663 × 629 мм.

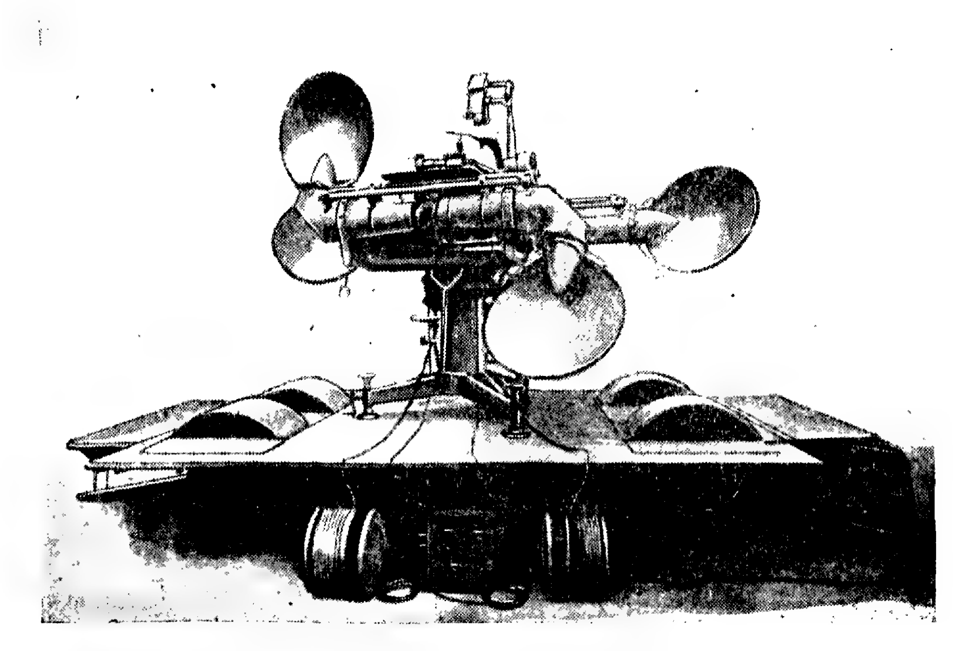


Рис. 83. Тяжёлый немецкий звукопеленгатор фирмы «Герц»

На рис. 83 представлен тяжёлый звукопеленгатор фирмы «Герц», монтированный на прицепке так, что он может быть с неё снят и установлен на домкратах на землю. Этот звукопеленгатор имеет параболические звукоприемники и эллипсоидные звукопроводы, смонтированные на прочной тумбе. Эллипсоидные звукопроводы на своих концах, сообщающихся с ушами наблюдателей, имеют резиновые надутые воздухом раковины, которые при повороте установочного кольца прилегают с лёгким давлением к ушам наблюдателей.

На рис. 84 представлен звукопеленгатор французской фирмы «Барбье-Бенар и Тюренн» с ячейковыми звукоприемниками, монтированный на прицепке, где также располагаются корректор и пост управления прожектором с ночным биноклем.

На рис. 85 представлен немецкий звукопеленгатор фирмы «Электроакустик» с изогнутыми экспоненциальными рупорами, монтированными в общую раму при сокращенных размерах базы между звукоприемни-

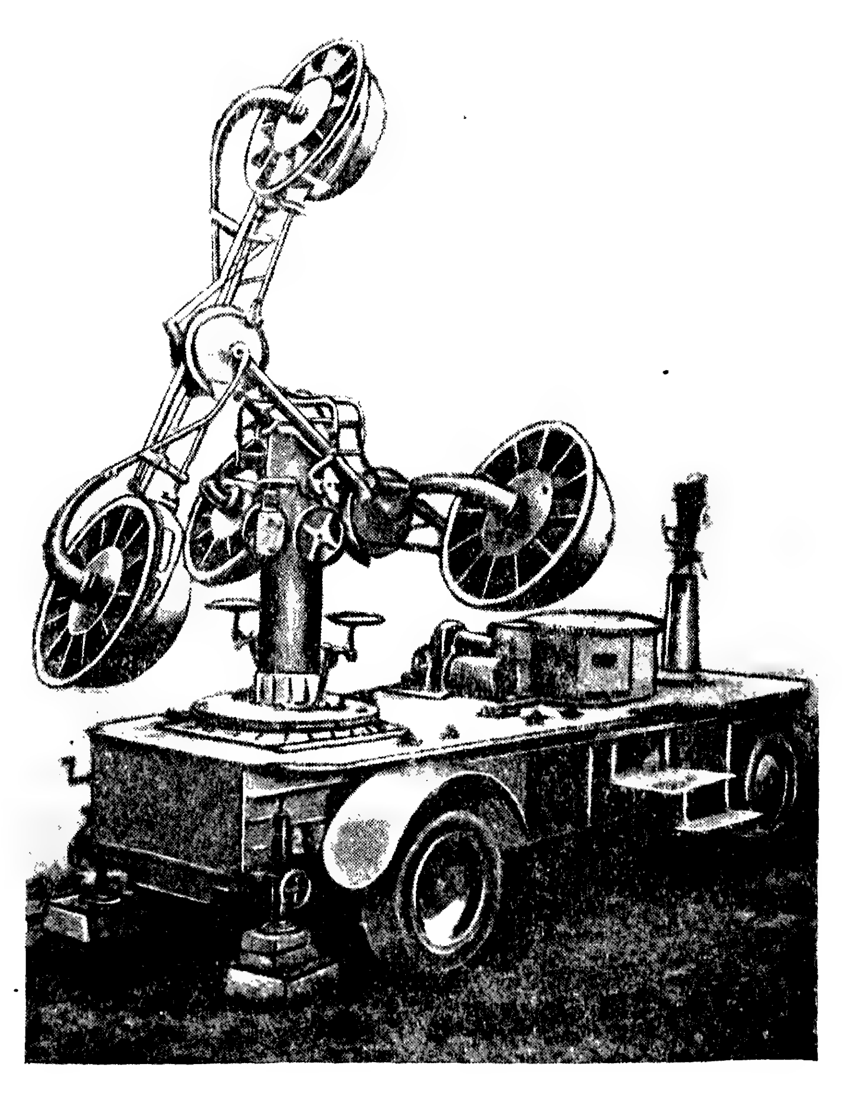


Рис. 84. Тяжёлый французский звукопеленгатор.

ками. На рисунке видны сиденья слухачей и штурвалы наводки акустической системы. Корректор в этом случае располагается в центральной части поворотного стола, и сиденье корректировщика находится сзади.

У этого звукопеленгатора база между входными отверстиями звукоприемников равна 135 см. Габаритные данные звукопеленгатора следующие:

	В походном положении	В рабочем положении
Длина	686 см	390 см
Ширина	210 см	190 см
Высота	290 см (без тягача)	310 см

Общий вес без ходов 1800 кг, с ходами 3550 кг. Основание весит 800 кг.

Во время похода звукопеленгатор покрывается брезентовым чехлом с ремнями из искусственной кожи. Звукопеленгатор состоит из

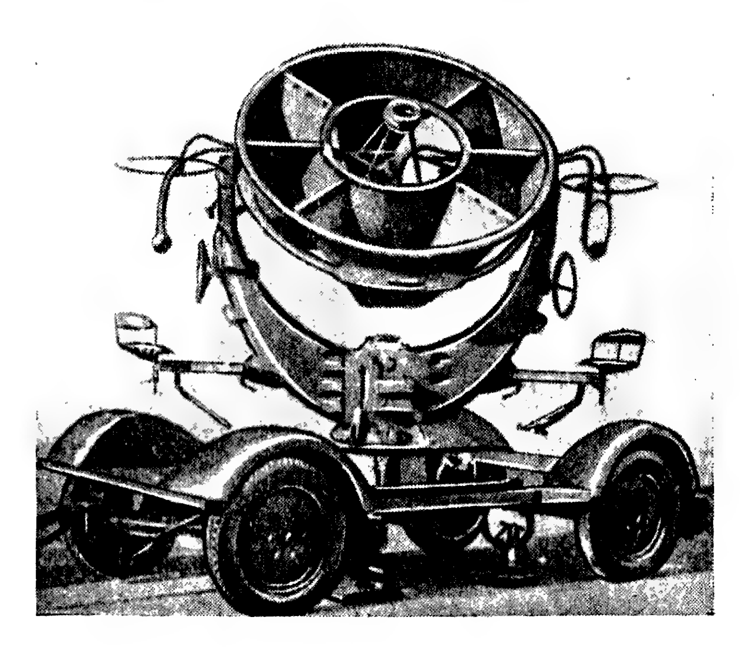


Рис. 85. Немецкий звукопеленгатор фирмы «Электроакустик».

шести главных частей: 1) основания; 2) консолей (лиры); 3) передачи азимута и угла места; 4) круговой обоймы с звукоприемниками, 5) колонны с корректором и 6) ламповой синхронной передачи. Основание состоит из основной плиты с двумя поперечными брусьями для скатов, домкратов и приспособлений для сцепления с ходами (цапф, скоб, крюков для ходов, цепей и пр.). На основании имеется круг с закраиной для крепления чехла и ящиков с принадлежностями и инструментом на походе. К плите основания прибалчивается круглое основание звукопеленгатора, которое служит опорой всего прибора. На нём укреплены коническая шестерня привода звукопеленгатора по азимуту, цилиндрическая шестерня передачи азимута на корректор, контактные кольца системы освещения (4 шт.) и главный подшипник с болтами для

крепления колонки. На нижней части основания размещены ламповые датчики, кабельные муфты, шкала азимута, шкала угла места, стопорные скобы и акустический указатель. Шкала азимута имеет 64 больших деления; шкала угла места видна в малое окошечко в самой нижней части цилиндрической части основания.

Консоли (лира) представляют собой литые (сплав белого металла) опорные стойки переменного сечения, служащие опорой круговой обоймы с рупорами. Каждая консоль состоит из двух половин, соединённых вместе болтами, и вся консоль прибалчивается восемью болтами к колонке. На каждой консоли укреплено по одному сиденью для слухачей. Внутри консолей размещены передачи для вращения в азимуте и угле места как акустической системы, так и привода механизмов корректора. На правой консоли имеется шкала акустического угла места от 2 до 92°; на этой же консоли размещён рычаг крепления в походном положении. Сиденья слухачей устроены так, что их можно перемещать вверх, вниз, ближе или дальше от консолей. Во время ветра на слухачей надеваются противоветровые чехлы. Обслуживают звукопеленгатор три человека: два слухача и один корректировщик.

Следует заметить, что в устройстве звукопеленгаторов можно подметить ещё большее конструктивное разнообразие, чем в устройстве зенитных прожекторов, которое является следствием использования различных типов звукоприемников, различных типов акустических корректоров, и это в основном определяет устройство механизмов привода акустической системы, тот или иной тип монтажа звукопеленгатора и его внешний вид.

32. Автоматические акустические корректоры типа «Сперри»

Акустические корректоры типа «Сперри», изготовлявшиеся фирмой в 1929—1939 гг., представляют собой сложный автоматический счётный механизм, выполненный в виде ящика с большим числом отсчётных и установочных шкал на лицевой стороне.

Счётно-решающие механизмы корректоров этого типа вводят поправки в акустическое направление на самолёт, решая следующие формулы:

Формулы поправок на запаздывание звука

в азимуте

$$\Delta\alpha_{v} = \omega_a t = \omega_a \frac{R}{C}, \tag{85}$$

в угле места

$$\Delta\varepsilon_v = \omega_з t = \omega_з \frac{R}{C}. \tag{86}$$

Формулы поправок на ветер

в азимуте

$$\Delta\alpha_w = \frac{w \sin \alpha_w}{\sin 1^\circ C \cos \varepsilon} = \frac{w \sin \alpha_w}{0.0174 \cdot 340 \cos \varepsilon}, \tag{87}$$

в угле места

$$\Delta\varepsilon_w = \frac{w \cos \alpha_w \sin \varepsilon}{\sin 1^\circ C} = \frac{w \cos \alpha_w \sin \varepsilon}{0,0174 \cdot 340}. \tag{88}$$

Формулы поправок на базу между звукопеленгатором и прожектором

в азимуте

$$-\Delta\alpha_Б = \frac{Б \sin \alpha_Б}{\sin 1° R \cos \varepsilon} = \frac{Б \sin \alpha_Б}{0{,}0174 R \cos \varepsilon}, \qquad (89)$$

в угле места

$$\Delta\varepsilon_Б - \frac{Б \sin \varepsilon \cdot \cos \alpha_Б}{0{,}0174 \cdot R}, \qquad (90)$$

где приняты обозначения:

$\Delta\alpha_v$ и $\Delta\varepsilon_v$ — поправки на запаздывание звука в азимуте и угле места в градусах;

ω_α и ω_ε — составляющие угловой скорости самолёта по азимуту и углу места;

t — время дохождения звука от самолёта до звукопеленгатора;

R — наклонная дальность до самолёта в метрах;

C — скорость звука, в дальнейшем принимаемая равной 340 м/сек;

$\Delta\alpha_w$ и $\Delta\varepsilon_w$ — поправки на ветер в азимуте и угле места в градусах;

w — скорость ветра в м/сек;

α_w — азимут ветра, т. е. угол между линией направления ветра и линией визирования звукопеленгатора;

ε — угол места звукопеленгатора;

$\sin 1° = 0{,}0174$ введён при переходе от $\sin \Delta\alpha_w$ и $\sin \Delta\varepsilon_w$ к $\Delta\alpha_w$ и $\Delta\varepsilon_w$ на основании того, что для малых углов $\sin \Delta\alpha_w = \Delta\alpha_w \cdot \sin 1°$, откуда

$$\Delta\alpha_w = \frac{\sin \Delta\alpha_w}{\sin 1°};$$

$\Delta\alpha_Б$ и $\Delta\varepsilon_Б$ — поправки на базу в азимуте и угле места в градусах;

$Б$ — база или расстояние между звукопеленгатором и прожектором в метрах;

$\alpha_Б$ — азимут базы, т. е. угол между линией базы и направлением визирования звукопеленгатора.

Все эти формулы, кроме (85) и (86), являются приближёнными и выведены при допущении, что самолёт движется по кругу радиуса, равного $R \cos \varepsilon$, с постоянной скоростью v, причем для решения их требуется определять наклонную дальность R. Анализ этих формул показывает, что наибольшее значение поправки на запаздывание звука будет при наибольшей угловой скорости перемещения самолёта, а таковая будет больше, когда дальность до самолёта будет меньше. При той же угловой скорости поправка будет больше при большей дальности R.

Поправка на ветер в азимуте будет наибольшей при наибольшей скорости ветра w при $\alpha_w = 90°$ и при меньшем угле места ε; в угле места поправка будет наибольшей при $\alpha_w = 0°$ и при угле места $\varepsilon = 90°$. То же самое можно сказать и о поправке на базу, так как она будет наибольшей при наибольшей базе $Б$ и при наименьшей дальности R, в азимуте при $\alpha_Б = 90°$ и $\varepsilon = 0°$ и в угле места при $\alpha_Б = 0°$ и $\varepsilon = 90°$.

Из приведенных формул видно, что все поправки будут иметь переменное значение и будут изменяться во время работы как по своей величине, так и по знаку. В частности поправка на запаздывание звука может практически доходить до 24° и выше, поправка на ветер в азимуте будет иметь наибольшее значение при скорости его около 12 — 13 м/сек и достигает 8 — 9°, поправка на базу в азимуте будет иметь наибольшее значение при $\alpha_Б = 90°$ и $\varepsilon = 75°$, а наименьшее при $\alpha_Б = 0°$ и $\varepsilon = 90°$. Практически эта поправка может достигать 30°.

Решение каждой из приведенных здесь формул осуществляется в корректорах «Сперри» при помощи отдельного механизма, но для решения этих формул в корректор следует ввести данные: 1) высоту полета самолета H в метрах; 2) скорость акустического ветра в м/сек; 3) угол между направлением ветра

и направлением на избранный ориентир; 4) угол между линией базы и направлением на ориентир.

Все эти вводные данные необходимо определить перед работой корректора. Высота самолета определяется приблизительно по его типу, сравнительно с известной высотой облаков и по шуму самолета. Скорость и направление ветра определяются простейшими методами на позиции звукопеленгатора или по полученной метеосводке.

Корректор «Сперри» образца 1929 г. и корректор звукопеленгатора ЗТ-3 имеют следующие механизмы, вырабатывающие поправки в акустическое направление на самолёт.

Поправка на запаздывание звука вырабатывается множительным механизмом, состоящим из воздушной турбинки, мехов, упругой ленточной пружины и лёгкого корытца из бронзы. Действие механизма заключается в следующем (рис. 86). Воздушная турбинка вращается соответственно числу обо-

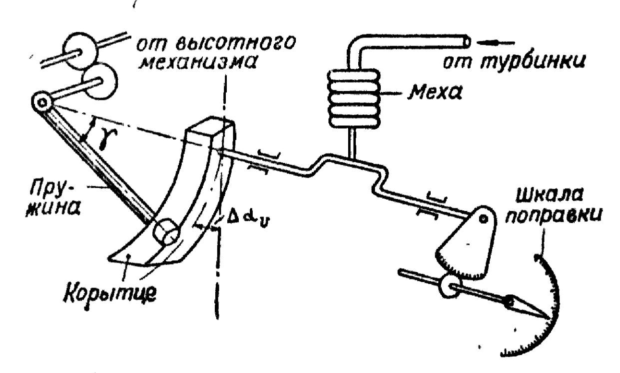


Рис. 86. Механизм, вырабатывающий поправку на запаздывание звука (с мехами).

ротов карданного вала звукопеленгатора, от которого передаётся угол поворота акустической системы в азимуте или угле места на корректор. В результате вращения воздушной турбинки в мехах создаётся давление, пропорциональное угловой скорости движения цели ω_a или ω_ε. Значение этой угловой скорости поступает в делительный механизм, состоящий из дугообразных салазок (корытец), внутри которых скользит ползун, укреплённый на конце плоской пружины. С другой стороны, в делительный механизм поступает от высотного механизма величина, пропорциональная $1/R$, вызывающая поворот плоской пружины на угол γ. Таким образом, с одной стороны, давление в мехах будет пропорционально угловой скорости вращения звукоприёмников:

$$P \equiv \omega_a = k_1 \omega_a , \tag{91}$$

где k_1 — коэфициент пропорциональности.

С другой стороны, поворот пружины на угол γ пропорционален $1/R$, т. е.

$$\gamma \equiv \frac{1}{R} = k_2 \frac{1}{R} , \tag{92}$$

где k_2 — также некоторый коэфициент пропорциональности.

Меха при своём расширении будут стремиться повернуть корытце на тот или иной угол α_v, но для этого они должны закрутить (извернуть) плоскую пружину, преодолевая её упругую силу.

Таким образом, вращающий момент, развиваемый мехами, будет пропорционален давлению P:

$$M_{\text{мех}} = k_3 P = k_1 k_3 P \omega_a . \tag{93}$$

Этот момент должен уравновешиваться вращающим моментом, развиваемым закрученной плоской пружиной, который будет пропорционален длине плеча пружины r, углу поворота пружины γ и углу закручивания пружины $\Delta\alpha_v$.

$$M_{\text{пр}} = k_4 r \gamma \Delta\alpha_v = k_2 k_4 r \frac{1}{R} \Delta\alpha_v . \tag{94}$$

При равновесном состоянии имеем $M_{\text{мех}} = M_{\text{пр}}$,

откуда

$$\Delta\alpha_v = \frac{k_1 k_3 P \omega_a}{k_2 k_4 r \frac{1}{R}} = k_5 \omega_a : \frac{1}{R} = k_5 \ \omega_a R. \tag{95}$$

Таким образом, механизм производит деление $\omega_a : 1/R$ и дает на шкале запаздывания звука угловое значение поправки $\Delta\alpha_v$. Механизмы, вырабатывающие поправку на запаздывание звука, для азимута и угла места, одинаковы, только одна турбинка через систему зубчатых передач соединена с карданным валом азимута, а другая с валом угла места, и каждая нагнетает воздух в свои меха. Высотный механизм корректора служит для выработки величины $1/R$ по заданной величине H и углу ε. Из треугольника на местности имеем $H = R \sin \varepsilon$ или

$$\frac{1}{R} = \frac{\sin \varepsilon}{H} = \frac{1}{H} \sin \varepsilon . \tag{96}$$

Высотный механизм состоит из трёх линеек B, C и D и синусного эксцентрика на валике, приводимом во вращение от карданного вала угла места. Линейка C (рис. 87) имеет крестообразную форму; один её конец оканчивается

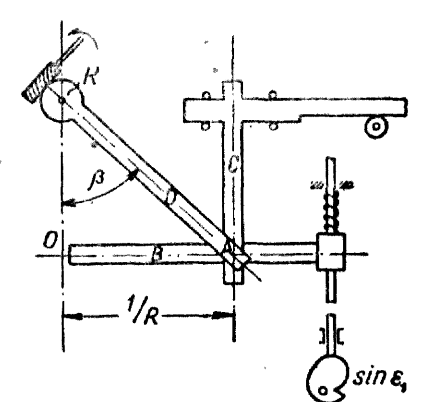


Рис. 87. Схема высотного механизма.

зубчатой рейкой, которая и будет передавать в механизм запаздывания звука величину $1/R$. Линейка C может двигаться только в горизонтальной плоскости, оставаясь вертикальной. Линейка B закреплена в штоке, соприкасающемся с эксцентриком $\sin \varepsilon$, и может двигаться также только в горизонтальной плоскости (вверх и вниз) параллельно самой себе. Линейка D вращается в точке k под влиянием маховичка установки высоты цели, так что $\operatorname{tg} \beta = \frac{1}{H}$. Все три линейки B, C и D имеют прорези, соединяющиеся в точке A, по отношению которой могут двигаться вдоль своих осей. Например, при движении линейки B (вверх и вниз) под действием штока последняя будет перемещаться параллельно самой себе, а точка A будет скользить вдоль линейки D, увлекая за собой линейку C (влево или вправо). При неподвижной линейке B, но при повороте линейки D, например по часовой стрелке, точка A будет скользить влево вдоль прорези в линейке B и линейке D и заставит линейку C переместиться влево.

При комбинированном движении линеек B и D точка A может занимать любое положение на плоскости. Таким образом имеем как бы систему движущихся прямоугольных координат AO и AC. Какое бы положение ни занимала точка A, всегда $OA = Ok \operatorname{tg} \beta$, но $Ok = \sin \varepsilon$ и так как

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1}{H}, \text{ то } OA = \frac{\sin \varepsilon}{H} = \frac{1}{R}.$$

Механизм, вырабатывающий поправку на ветер в азимуте, имеет следующее принципиальное устройство. Детали этого механизма показаны на рис. 88 и 89. На рис. 88 представлен так называемый ползунковый механизм, который устроен так, что перемещение планки L даёт величину $\sin \alpha_w / \cos \varepsilon$.

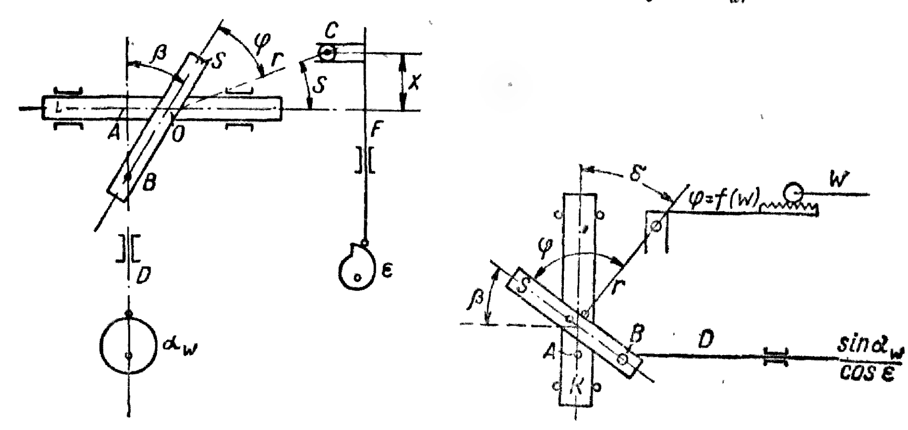


Рис. 88. Схема механизма, решающего поправку на ветер в азимуте (нижняя часть).

Рис. 89. Схема механизма, решающего поправку на ветер в азимуте (верхняя часть).

Допустим, что действует один эксцентриковый вал угла места. При движении штока F (вверх и вниз) последний тянет фасонное корытце S, увлекая его тягу r. Корытце повернется на некоторый угол вокруг точки B как неподвижной. В силу шарнирного соединения в точке O корытце S потянет планку произведений L на отрезок, пропорциональный полученному движению от штока F, т. е. на $1/\cos \varepsilon$, и изменит угол β. При работе азимутального штока его ролик давит через шток D на стенку фигурного корытца. Под этим действием корытце пойдет в сторону, не меняя угла β, и потянет за собой планку произведений L на отрезок, пропорциональный $\sin \alpha_w$. При совпадении точек A и O движения планки произведений не будет, что практически соответствует совпадению направления ветра с направлением линии визирования, когда угол $\alpha_w = 0$, и поправки на ветер в азимуте не будет.

Рассматривая треугольник AOB (рис. 88), имеем $OA = AB \operatorname{tg} \beta$. Изменение AB соответствует $\sin \alpha_w$; отсюда можно написать, что $AB = \sin \alpha_w$. Величина $\operatorname{tg} \beta$ изменяется соответственно $1/\cos \varepsilon$, поданному эксцентриком, отсюда можно допустить, что $\operatorname{tg} \beta = 1/\cos \varepsilon$. Подставляя полученные выражения, будем иметь

$$OA = \sin \alpha_w \cdot \frac{1}{\cos \varepsilon} = \frac{\sin \alpha_w}{\cos \varepsilon}.$$

Планка произведений L (рис. 88) через второе фасонное корытце связана с вертикальной планкой k (рис. 89), причём в точке O имеется шарнирное соединение фасонного корытца с вертикальной рейкой поправок K. Точка A является точкой пересечения геометрических осей планки произведений L и рейки поправок K. Поворотом маховичка на шкале установки скорости ветра перемещаем зубчатую рейку $\varphi = f(w)$ и, воздействуя на рычаг r корытца, изменяем угол β (от 0° до 45°), одновременно двигая рейку поправок K вверх или вниз,

ибо осью вращения здесь будет точка B. Движение планки произведений вместе с роликом B вызовет также движение рейки поправок K. При $w = 0$ зубчатая рейка поставит корытце горизонтально, в силу чего ролик планки произведений будет скользить, не производя никакой работы, и рейка поправок будет стоять на месте, что соответствует нулевому значению поправки. Рассматривая треугольник AOB (рис. 89), имеем $AO = AB \operatorname{tg} \beta$, но здесь $\operatorname{tg} \beta = w$, а $AB = \frac{\sin \alpha_w}{\cos \varepsilon}$, поэтому $AO = \frac{w \sin \alpha_w}{\cos \varepsilon}$. Величины 0,0174 и $C = 340$ м/сек учитываются здесь механизмом конструктивно, в частности постоянным углом фигурного корытца S (рис. 88) $\varphi = 67°31'$ и т. д.

На рис. 90 представлена схема механизма, вырабатывающего поправку на ветер в азимуте полностью, т. е. когда детали рис. 88 и 89 соединены друг с другом.

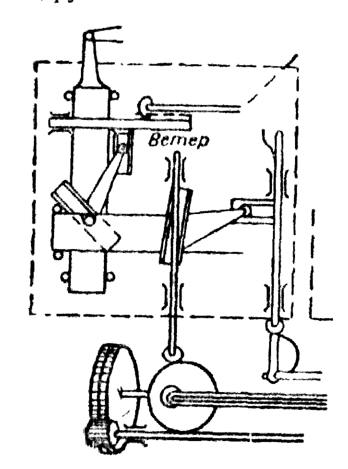


Рис. 90. Общая схема ветрового механизма.

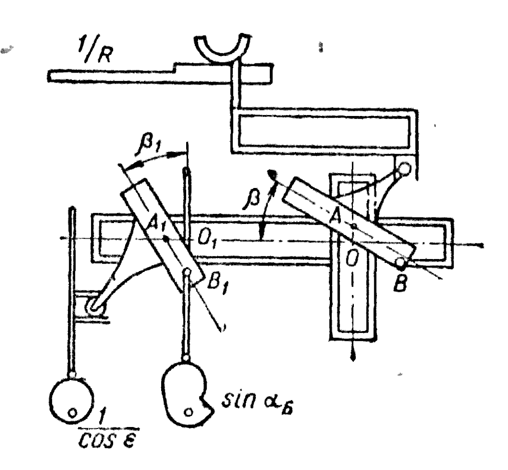


Рис. 91. Общая схема механизма, решающего поправку на базу в азимуте.

Механизм, вырабатывающий поправку на ветер в угле места, в корректорах «Сперри» имеет только то отличие от азимутального ветрового механизма, что на планку произведений L подаётся значение $\sin \varepsilon$ и $\cos \alpha_w$ и на рейке поправок K получается произведение $w \sin \varepsilon \cos \alpha_w$. Постоянные величины учитываются в масштабных размерах, как и в первом случае.

Механизм, вырабатывающий поправку на базу в азимуте, представляет собой также систему, состоящую из подвижных планок, шарнирно связанных с фасонными корытцами. Схематично он показан на рис. 91. Здесь величины $\sin \alpha_Б$ и $1/\cos \varepsilon$ мы получаем от эксцентриков, сидящих на валиках, связанных с одной стороны с карданным валом угла места ε. В треугольнике $A_1 B_1 O_1$ решается то же произведение $O_1B_1 = \operatorname{tg} \beta$, что и в предыдущих случаях, и планка произведений даёт $\sin \alpha_Б / \cos \varepsilon$. На корытце треугольника AOB поступает от высотного механизма величина $1/R$, пропорционально изменяющая угол β. В результате рейка поправок даёт произведение $\sin \alpha_Б / \cos \varepsilon \, R$, а это и есть произведение тех величин, которые входят в формулу (89) поправки на базу. Величина самой базы $Б$ и величина $\frac{1}{0{,}0174}$ учитываются конструктивно масштабами механизма. Для решения поправки на базу в угле места вид произведения изменяется, что также осуществляется путём соответствующей замены эксцентриков, и механизм даёт решение формулы (90).

На рис. 92 представлена полная кинематическая схема корректора «Сперри» образца 1929 г. и корректора звукопеленгатора ЗТ-3. В этом случае корректор решает поправки на запаздывание звука в азимуте и угле места, на ветер в азимуте (задняя плата *3*), на базу в азимуте (средняя плата *4*) и имеет высотный механизм (передняя плата *5*). Внизу видны эксцентричные валы, воздушные

турбинки и системы передач на шкалы корректора. Выработанные корректором суммарные поправки считывались со шкал поправок, и на пост управления прожектором от дающих ключей «Сперри» передавались исправленный азимут и угол места.

На рис. 93 представлено схематическое изображение лицевой стороны корректора, на которой имеются следующие шкалы. Малая шкала *1* имеет 15 делений ценой в 100 т. д. [1] и служит для согласования механизма корректора с приводным валом угла места звукопеленгатора при присоединении к корректору его валов. Большая шкала *2* имеет три концентрических шкалы, из которых наружная служит для показаний акустического азимута звукопеленгатора и имеет 300 делений ценой в 20 т. д., средняя для установки угла базы $\alpha_Б$ и внутренняя для установки угла направления ветра α_w. У этих шкал имеется один неподвижный индекс, по которому в любой момент можно отсчитать акустический азимут. Отсчёт углов $\alpha_Б$ и α_w от начальной плоскости визирования достигается тем, что конструктивно азимутальный эксцентриковый вал представляет собой телескопическую систему (рис. 92) и эксцентрики $\alpha_Б$ и α_w могут быть повернуты независимо друг от друга. Нуль любой шкалы может быть подведен под неподвижный индекс, и шкала может быть скреплена с главной осью. Индекс ветра нанесён на диске, скреплённом с полым валом, несущим ветровые эксцентрики, и может поворачиваться с ними на любой угол. Поворотом этого диска и устанавливается угол α_w; затем диск, а значит и полый вал с ветровыми эксцентриками, скрепляется с азимутальной шкалой. Индекс базы нанесён на другом диске, скреплённом с полым валом, несущим эксцентрики базы.

Поворотом этого диска можно установить угол $\alpha_Б$. Диск базы крепится винтом к ветровому диску. При скреплённых дисках азимутальная шкала вращается вместе с двумя индексами в ту же сторону, что и звукопеленгатор. Против индексов можно читать всё время соответствующие углы. Шкалы *3* и *4* показывают вводимые корректировщиками поправки в азимут и угол места. Показания этих шкал должны возможно точно совпадать с показаниями шкал, выработанных поправок *5* и *6*. Поэтому шкалы *3* и *4* сделаны двойными для грубого и точного отсчётов. Цены делений на шкалах точного отсчёта одинаковы с ценой делений на шкалах выработанных поправок. Шкалы поправок в азимуте и угле места *5* и *6* состоят каждая из двух секторов — наружного и внутреннего. На наружных секторах имеются шкалы поправок на ветер и базу. Они имеют по 50 делений в обе стороны от нуля ценой в 20 т. д. каждое. Деления, окрашенные в чёрный цвет, соответствуют положительной, а красные — отрицательной поправке. Шкалы поворачиваются на величину поправок посредством тросиков, перекинутых через шкивы и идущих от суммирующих планок механизмов поправок. Внутренние секторы имеют шкалы поправок на запаздывание звука по 25 делений в обе стороны от нуля ценой по 10 т. д. каждое. Величины всех этих поправок читаются против нити, укрепленной на стенке прибора. Шкалы *7* и *8* дают суммарное значение азимута и угла места звукопеленгатора плюс выработанные корректором поправки. Шкала *9* установки высоты цели имеет деления от 0,9 до 9 км. Шкала *10* установки скорости ветра имеет деления от 5 до 25 м/сек. Шкала *11* даёт показание выработанной наклонной дальности в км.

По данным фирмы «Сперри», этот корректор определяет поправки на ветер и на базу с точностью в 0,25°, поправки на запаздывание звука с точностью в 1°. Средняя точность определения суммарной поправки составляет примерно 1,5°.

Одним из основных недостатков этого корректора является постоянное движение шкал запаздывания звука при работе, что весьма затрудняет считывание отсчётов вырабатываемых поправок. Это происходит вследствие неустойчивости регулировки механизма запаздывания звука и наличия тросовой системы передач от механизмов поправок на шкалы. Тросовая система передач работает весьма ненадёжно, требует тщательного наблюдения и периодической настройки. Другим недостатком этого корректора является неудачно выполненное приспособление для перестановки азимутальных шкал направления ветра и направления базы.

---

[1] 100 т. д. — сто тысячных дистанции.

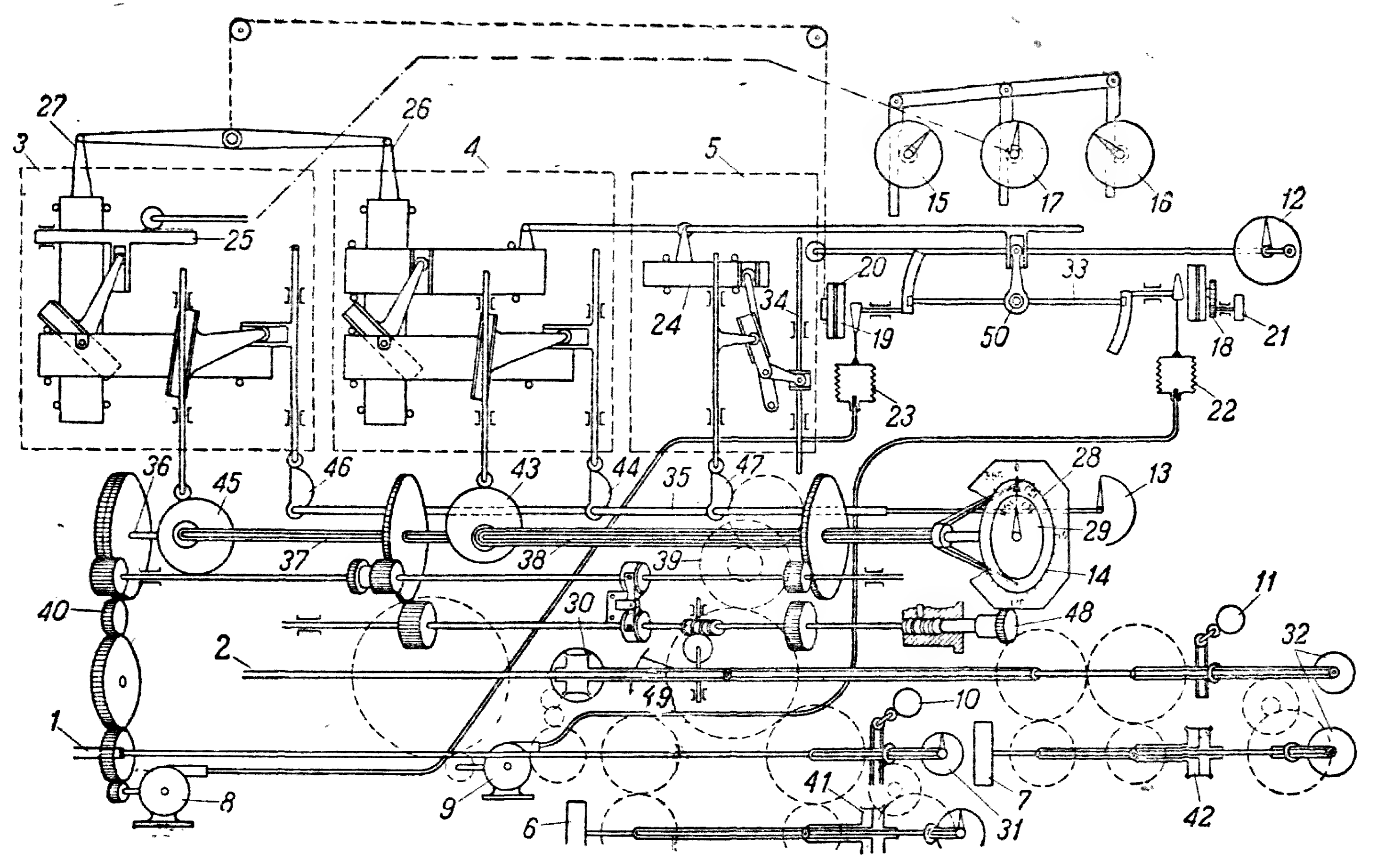

27
26
3
4
5
15
17
16
12
25
20
33
24
34
19
50
18
21
23
22
36
45
46
43
44
35
47
28
13
37
38
39
29
14
40
30
48
11
2
32
49
10
1
9
8
41
7
31
42
6

Рис. 92. Принципиальная кинематическая схема акустического корректора «Сперри»:

1—азимутальный приводной вал от звукоулавливателя; *2*—вал угла места цели; *3* и *4*—азимутальные механизмы поправок на ветер и на параллакс; *5*—механизм наклонной дальности; *6*—передатчик азимута; *7*—передатчик угла места цели; *8* и *9*—насосы для угловых скоростей по азимуту и по углу места; *10* и *11*—маховички введения поправок в азимуте и в угле места; *12*—шкала для установки высоты самолёта и приводной вал к № 34; *13*—циферблат, показывающий угол возвышения звукоулавливателя; *14*—циферблат, показывающий азимут звукоулавливателя; *15*—циферблат установки скорости наземного ветра; *16*—циферблат установки скорости ветра на высоте самолёта; *17*—циферблат, показывающий среднюю скорость ветра, [illegible] приводной вал к № 25; *18*—циферблат для показаний запаздывания звука по азимуту; *19*—циферблат для показаний запаздывания звука в угле места; *20*—циферблат, показывающий дополнительный параллакс ветра по азимуту; *21*—постоянная поправка в угле возвышения; *22*—меха для установки запаздывания звука по азимуту; *23*—меха для установки запаздывания звука в верхней плоскости; *24*—линейка наклонной дальности; *25*—линейка (рейка) для установки скорости ветра; *26*—механизм параллакса по азимуту; *27*—механизм суммарного влияния ветра; *28*—установочная стрелка в угле базы; *29*—установочная стрелка данных ветра; *30*—диференциал поправок на ползучую ошибку (ошибку от вращения по азимуту в вертикальной плоскости); *31*—циферблат для показаний включенной поправки по азимуту; *32*—циферблат для показаний включенной поправки в вертикальной плоскости; *33*—плоская пружина времени запаздывания звука; *34*—установочная линейка (рейка) высоты; *35*—эксцентричный вал возвышения; *36*—приводной вал азимута; *37*—втулка, несущая азимутальный эксцентрик базисной линии; *38*—втулка, несущая азимутальный эксцентрик ветра; *39*—зубчатая передача на вал эксцентриков возвышения; *40*—зубчатая передача на вал эксцентриков азимута; *41*—диференциал включения поправок по азимуту; *42*—диференциал включения поправок по углу возвышения; *43*—азимутальный эксцентрик азимутального параллакса; *44*—эксцентрик возвышения азимутального параллакса; *45*—азимутальный эксцентрик азимута ветра; *46*—эксцентрик возвышения азимута ветра; *47*—эксцентрик возвышения наклонной дальности; *48*—головке для установки базисной линии данных учёта ветра и азимута; *49*—указатель положения установочной головки.

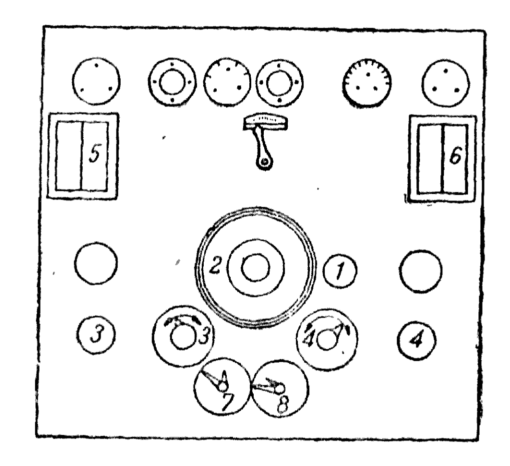


Рис. 93. Лицевая доска корректора «Сперри».

Наиболее существенные недостатки корректоров «Сперри» первых выпусков устранены в корректоре звукопеленгатора ЗТ-4, общая кинематическая схема которого представлена на рис. 94. В этом случае, так же как и в первом, выработанные звукопеленгатором углы азимута и места цели при посредстве карданных валов, идущих к корректору под прицепкой, поступают на валики корректора.

Азимутальный валик корректора, с одной стороны, с помощью шестеренок приводит в действие турбинку (всасывающе-нагнетательный насосик). Воздух через этот насосик по трубке через предохранительный клапан и буферный (успокоительный) цилиндрический баллон поступает в упругий гофрированный медный цилиндрик (мех азимута). С другой стороны, этот же валик через шестёренки поворачивает полый эксцентриковый вал азимута. Внутренний валик поворачивает стрелку на шкале азимута и этим указывает акустическое направление. Одновременно с этим акустический угол азимута с помощью зубчатки поступает на ротор[1] мотора датчика. На статор же этого датчика поступают через диференциалы углы поправок: на ветер через диференциал и шестеренки и поправка на базу (параллакс). При совмещении же стрелок на шкале рукояткой на статор датчика поступают с помощью шестерёнок поправки на запаздывание звука. В результате этого датчик передаёт на пост управления и на шкалу VI исправленный азимут. На эксцентриковом азимутальном валике имеются два эксцентрика: $\sin \alpha_w$ и $\sin \alpha_Б$, т. е. синусы азимута ветра и азимута базы. При вращении валика этими эксцентриками поднимаются штоки, поворачивающие рейчатые детали, чем и вводятся в механизмы значения этих величин.

От валика угла места через шестерни приводится в действие турбинка, подобная турбинке азимута. Воздух из этой турбинки таким же путём, как указано было для азимута, подаётся в мех угла места. С помощью шестерёнок поворачивается эксцентриковый вал угла места, на котором посажены три эксцентрика, два из которых дают $\cos \varepsilon$ и один $\sin \varepsilon$. Этот же валик поворачивает шкалу угла места IV, показывая акустический угол места цели. Одновременно с вращением эксцентрикового вала угла места и вала турбинки валик угла места через шестерёнки поворачивает на угол места ротор датчика. На статор этого датчика через диференциал поступает таким же путём, как и для азимута, поправка на запаздывание звука, а от валика рукоятки

[1] Принцип действия моторов датчиков синхронной связи изложен в следующей главе.

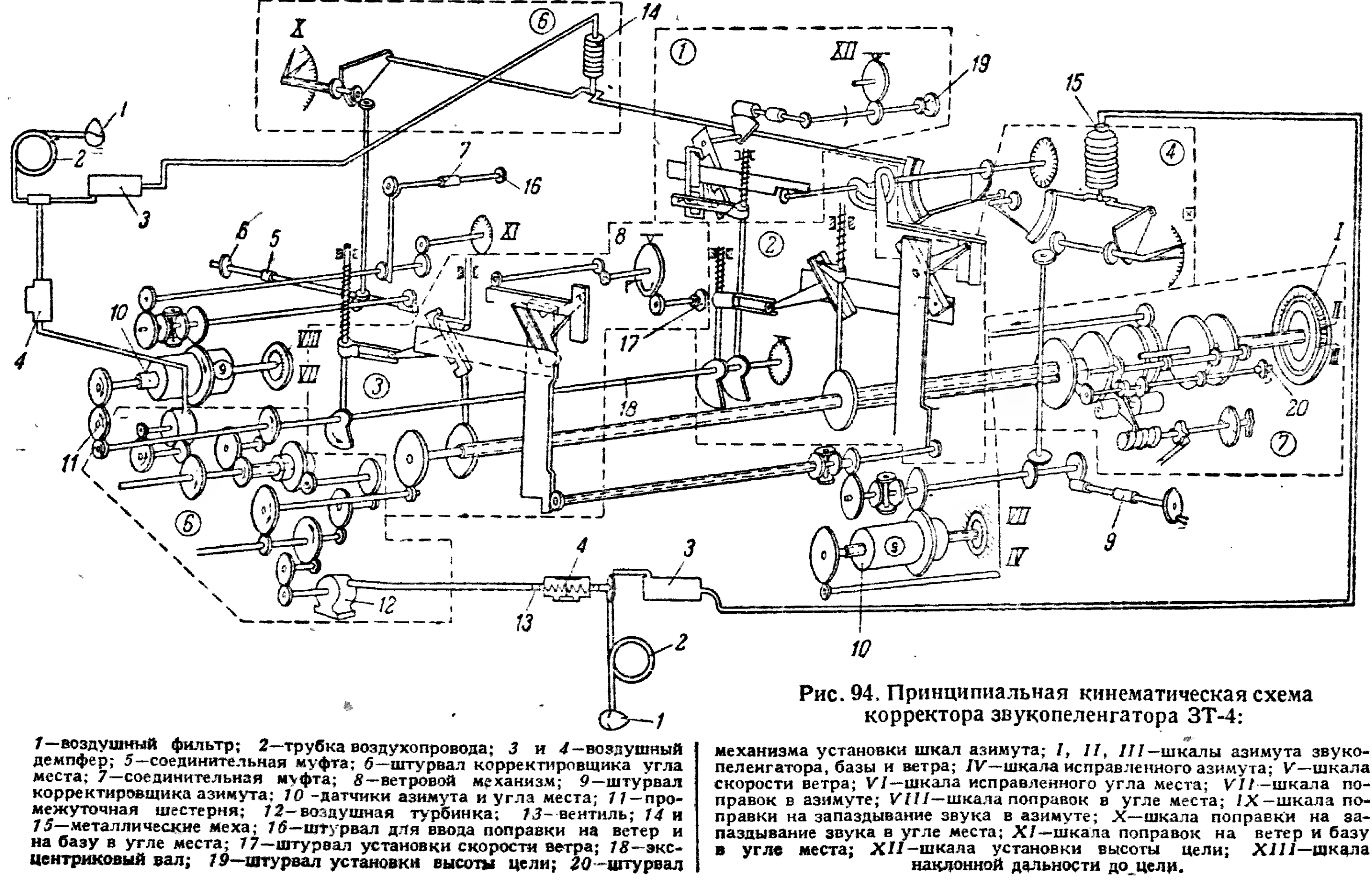


Рис. 94. Принципиальная кинематическая схема корректора звукопеленгатора ЗТ-4:

1—воздушный фильтр; *2*—трубка воздухопровода; *3* и *4*—воздушный демпфер; *5*—соединительная муфта; *6*—штурвал корректировщика угла места; *7*—соединительная муфта; *8*—ветровой механизм; *9*—штурвал корректировщика азимута; *10*—датчики азимута и угла места; *11*—промежуточная шестерня; *12*—воздушная турбинка; *13*—вентиль; *14* и *15*—металлические меха; *16*—штурвал для ввода поправки на ветер и на базу в угле места; *17*—штурвал установки скорости ветра; *18*—эксцентриковый вал; *19*—штурвал установки высоты цели; *20*—штурвал механизма установки шкал азимута; *I*, *II*, *III*—шкалы азимута звукопеленгатора, базы и ветра; *IV*—шкала исправленного азимута; *V*—шкала скорости ветра; *VI*—шкала исправленного угла места; *VII*—шкала поправок в азимуте; *VIII*—шкала поправок в угле места; *IX*—шкала поправки на запаздывание звука в азимуте; *X*—шкала поправки на запаздывание звука в угле места; *XI*—шкала поправок на ветер и базу в угле места; *XII*—шкала установки высоты цели; *XIII*—шкала наклонной дальности до цели.

с помощью шестерёнок червяка— поправка на базу и ветер в угле места, вводимая от руки. Таким образом датчик угла места получает исправленный угол и показывает его на шкале VIII. На шкале XIV устанавливается скорость ветра в м/сек, а на шкале XII высота самолёта в километрах, начиная от 0,9 до 9 км.

Для облегчения изучения корректора вся схема его (рис. 94) разбита пунктирными линиями на ряд участков, обозначенных цифрами в кружке, а именно:

1) схема высотного механизма;

2) схема механизма поправки на базу в азимуте;

3) схема механизма поправки на ветер в азимуте;

4) схема механизма запаздывания звука в азимуте и часть механизма $1/R$ в угле места;

5) схема механизма поправки на запаздывание звука в угле места;

6) схема передач акустических углов азимута и места к турбинкам и эксцентриковым валам;

7) схема механизма ориентировки по азимуту и ввода углов базы и ветра;

8) электрический датчик азимута;

9) электрический датчик по углу места.

Суммирование поправок на ветер и базу в азимуте осуществляется здесь на механическом диференциале, схема которого приведена на рис. 95. При получении поправки $\Delta\alpha_w$ сателлиты диференциала вращаются вокруг своей оси $X—X$. При получении хода, пропорционального $\Delta\alpha_Б$, сателлиты вращаются вокруг оси $Y—Y$, в результате на зубчатке, сцепленной со щекой диференциала, получаем сумму $\Delta\alpha_w + \Delta\alpha_Б$. Таких диференциалов в корректоре три штуки. Кроме того, имеется еще диференциал, компенсирующий угол поворота вала угла места при повороте вала азимута.

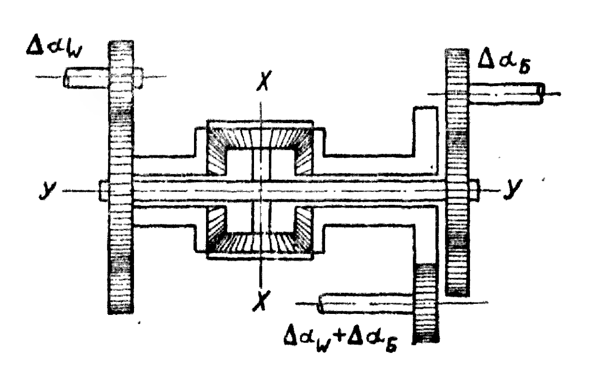


Рис. 95. Диференциал суммирования поправок.

Формулы поправок на ветер и на базу в азимуте решаются в корректоре в следующих пределах: w — от 0 до 20 м/сек, α_w и $\alpha_Б$ — от 0 до 360°; ε — от 5°45′ до 69°30′ и R — от 900 до 9 000 м. При этом R есть функция высоты H и угла ε; пределы H — от 900 до 9 000 м и пределы ε — от 5°45′ до 90°.

На задней плате корректора смонтирован приводной механизм к валам и турбинкам корректора. Справа и слева расположены фильтры к турбинкам. Назначение этих фильтров—задерживать пыль, не допуская её в турбинку, клапаны и меха, проникновение которой туда может вызвать отказ в действии механизма запаздывания звука. В верхней части задней платы монтированы два клапана, служащие для

защиты мехов от избыточного давления воздуха, которое деформирует их. Клапаны устроены так, что они выключают подачу воздуха в меха при угловой скорости вращения звукоприемников сверх допустимой.

Механизм, вырабатывающий поправки на запаздывание звука с мехами, оказался очень несовершенным в эксплоатации по следующим обстоятельствам: во-первых, с течением времени меха в результате постоянных деформаций и окисления начинали пропускать воздух и тем самым снижалась точность вырабатываемых механизмом поправок; во-вторых, этому механизму было свойственно непостоянство показаний стрелки на поправочной шкале вследствие неравномерности движения акустической системы; в-третьих, механизм с мехами трудно поддавался регулировке на производстве и в эксплоатации и поэтому не обеспечивал достаточной точности вырабатываемых поправок.

На основании этих соображений был спроектирован модернизированный корректор звукопеленгатора ЗТ-4, у которого механизм поправок на запаздывание звука компрессорного типа (меха с турбинками) был заменён на специальный фрикционный множительный механизм. Рассмотрим здесь принцип действия этого фрикционного механизма и укажем ещё на некоторые свойства корректоров типа ЗТ-4, неполностью освещённые в предыдущем описании.

На рис. 96 представлена кинематическая схема фрикционного механизма, решающего поправку на запаздывание звука. При вращении акустической системы звукопеленгатора, например по азимуту, движение передается через систему передач на валик B фрикционного механизма и этот последний вращается с некоторой угловой скоростью, пропорциональной ω_a. Валик B через обойму с двумя шариками связан с диском фрикционки D. Обойма с шариками может быть сдвинута от центра диска фрикционки на величину, пропорциональную $1/R$, при помощи передачи от высотного механизма. Полагая, что в точках соприкосновения нижнего шарика с валиком B, нижнего шарика с верхним и верхнего шарика с диском D нет никакого проскальзывания, при вращении вала B окружные скорости всех элементов механизма будут равны. Таким образом, окружная скорость диска D будет равна окружной скорости валика B, т. е. $v_D = v_B$, а отсюда следует, что

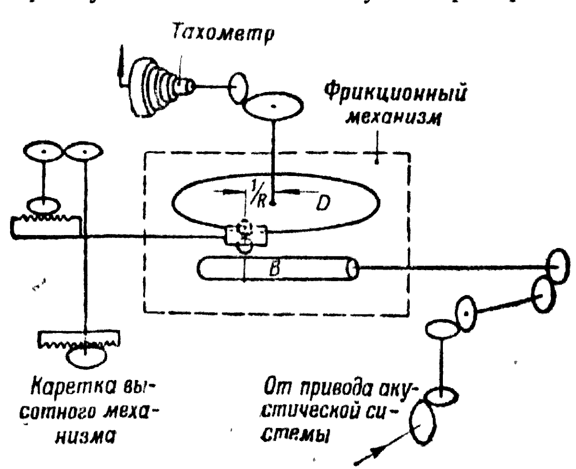


Рис. 96. Фрикционный механизм, решающий поправку на запаздывание звука.

$$\omega_a r = \omega_D \cdot 1/R \quad \text{или} \quad \omega_D = \omega_a R r \equiv \omega_a R. \qquad (97)$$

Как видно, диск фрикционки получает угловое перемещение, пропорциональное ωR, т. е. равное величине вырабатываемой поправки на запаздывание звука. Радиус шариков и валика величина постоянная и, как было в прошлых случаях, учитывается масштабом прибора при его конструировании.

Из сопоставления формул (85) и (97) видно, что фрикционный механизм модернизированного корректора решает те же формулы, которые решал и корректор с мехами, причём имеются два совершенно одинаковых механизма для азимута и угла места. Угловая скорость вращения диска фрикционки измеряется при помощи тахометра с выдержкой времени, и по тахометру периодически вводится поправка от штурвала на статор датчика. Механическая система модернизированной части корректора состоит из следующих основных элементов:

1) привод угла места от звукопеленгатора, 1 оборот = 200 т. д.; максимальная скорость 67 об/сек или 102 об/мин; соответственно максимальная скорость звукопеленгатора 20,4 об/сек;

2) валик *B* имеет диаметр 18 мм, максимальная скорость 150 об/мин при максимальной скорости наводки звукопеленгатора, равной 20,4 об/сек;

3) каретка с шариками отклоняется от высотного механизма на величину, пропорциональную $1/R$; максимальное отклонение шариков от центра диска фрикционки *D*, соответствующее минимальной наклонной дальности $R = 900$ м, равно 45 мм; минимальное отклонение шариков — 4,5 мм соответствует максимальной установке наклонной дальности в 9 000 м; рабочий ход каретки 40,5 мм;

4) диск фрикционки *D* имеет диаметр 100 мм; максимальная скорост 50 об/мин, соответствующая максимальной поправке в угле места в 54°;

5) тахометр, посредством которого фиксируются поправки на запаздывание звука; скорость валика тахометра, равная 100 м/сек, соответствует отклонению 360° стрелки — 900 тысячных дистанции, 54° максимальная поправка соответствует 100 делениям шкалы тахометра; одно деление шкалы тахометра соответствует поправке 9 т. д.;

6) шкала максимальной дальности от 0,9 до 9 км;

7) трансформаторный эксцентрик; рабочий угол поворота 137,5°;

8) каретка высотного механизма, подающая $1/R$;

9) каретка, подающая от трансформаторного эксцентрика $1/R$ к механизму поправок на базу;

10) маховик установки поправки запаздывания звука в угле места один оборот — 130 т. д.;

11) привод азимута звукопеленгатора — данные аналогичны тем, которые приведены для привода угла места.

Выработанная величина поправки на запаздывание звука фиксируется отклонением стрелки тахометра. Путём поворота ручного маховичка, совмещающего индекс со стрелкой тахометра, автоматически вводится поправка на диференциал датчика.

На рис. 97 показан применяемый в этом корректоре тахометр среднего отсчёта. Введение поправок на запаздывание звука в модернизированном корректоре производится периодически. Имеются кор

ректоры с 3-секундными и 6-секундными тахометрами. Тахометр имеет двойную шкалу с отсчетом в обе стороны от нулевого положения. Цифры, идущие на увеличение по часовой стрелке, нанесены чёрным цветом, а против часовой стрелки — красным. Буквой *А* обозначена кнопка, при нажатии которой включается часовой механизм тахометра, *Б* — валик, соединяющийся через передачу с диском фрикционки, *В* — окошечко, цвет которого указывает на направление, в котором стрелка совершила вращение. При нажатии кнопки тахометра стрелка последнего начинает своё движение не мгновенно, а по истечении некоторого времени, за счёт инерции часового механизма. Эта выдержка для каждого тахометра не одинакова, а колеблется в пределах от 0,6 до 1,2 сек. Продолжительность вращения стрелки от момента трогания до момента остановки считается временем работы тахометра. Время от момента остановки стрелки до возможного следующего отсчёта считается временем успокоения механизма. Это время должно быть не менее 0,5 сек. Отсюда следует, что время от начала введения первой поправки до начала введения второй поправки будет складываться из трёх циклов:

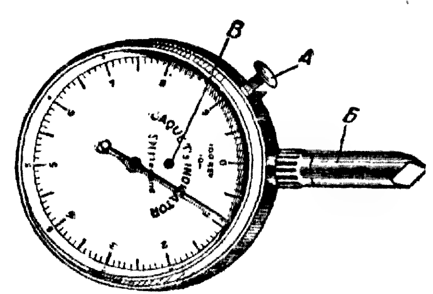


Рис. 97. Тахометр угловой скорости.

0,6 ÷ 1,2 сек. + 3 сек. + 0,5 сек. = 4,1 ÷ 4,7 сек. Таким образом, при введении поправок на запаздывание звука необходимо учитывать периодичность включения тахометра через 4,1 ÷ 4,7 сек.

На рис. 98 приведена кинематическая схема корректора этого типа. Сравнивая эту схему со схемой рис. 94, нетрудно видеть, что различие состоит только в устройстве механизмов поправок на запаздывание звука.

На рис. 99 приведена схема механизма, позволяющего в начале работы установить определенным образом эксцентрики азимута ветра α_w и азимута базы $\alpha_Б$ и тем самым ввести в корректор направление ветра и базы. Из этого рисунка видно, что, например, желая установить азимут ветра, переключатель *15* должен быть установлен так, чтобы стрелки на диске переключателя показывали направо. При этой установке переключателя червяк *14* повернётся на четверть оборота и через привод *13* передвинет каретку *11* вдоль по валику справа налево и средняя зубчатка каретки придет в сцепление с шестернёй *9*. Шестерня *9* находится в сцеплении с шестерней *3*, которая сидит на полом валике, на противоположном конце которого сидит эксцентрик $\sin \alpha_w$. Вращая теперь рукоятку *12*, мы будем, с одной стороны, через зубчатки *9* и *3* поворачивать эксцентрик азимута ветра ($\sin \alpha_Б$), с другой стороны, через зубчатки *9* и *6* будем поворачивать внутреннюю шкалу ветра и устанавливать против неподвижного индекса соответствующее значение угла азимута ветра.

Устанавливая переключатель в положение «установки базы», мы, вращая рукоятку *12* по шкале *7*, введем азимут базы и также можем

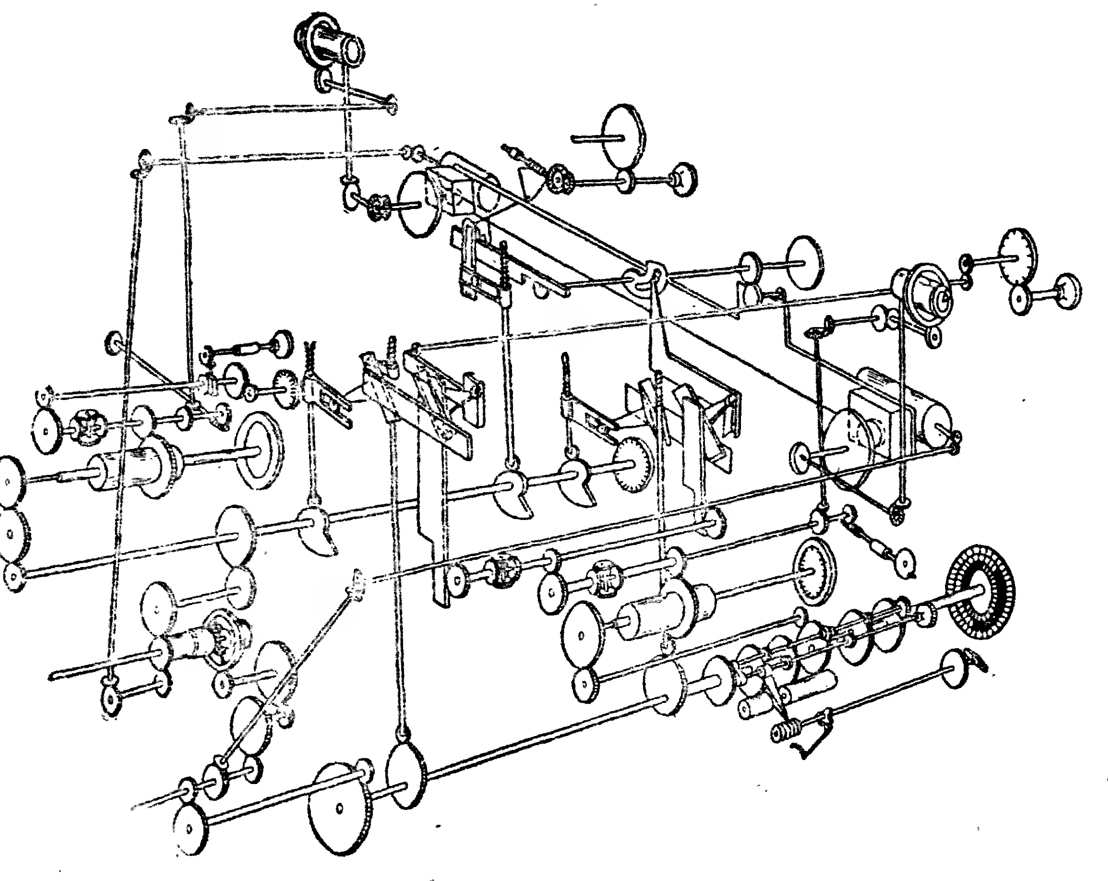


Рис. 98. Принципиальная кинематическая схема корректора ЗТ-4 с тахометрами.

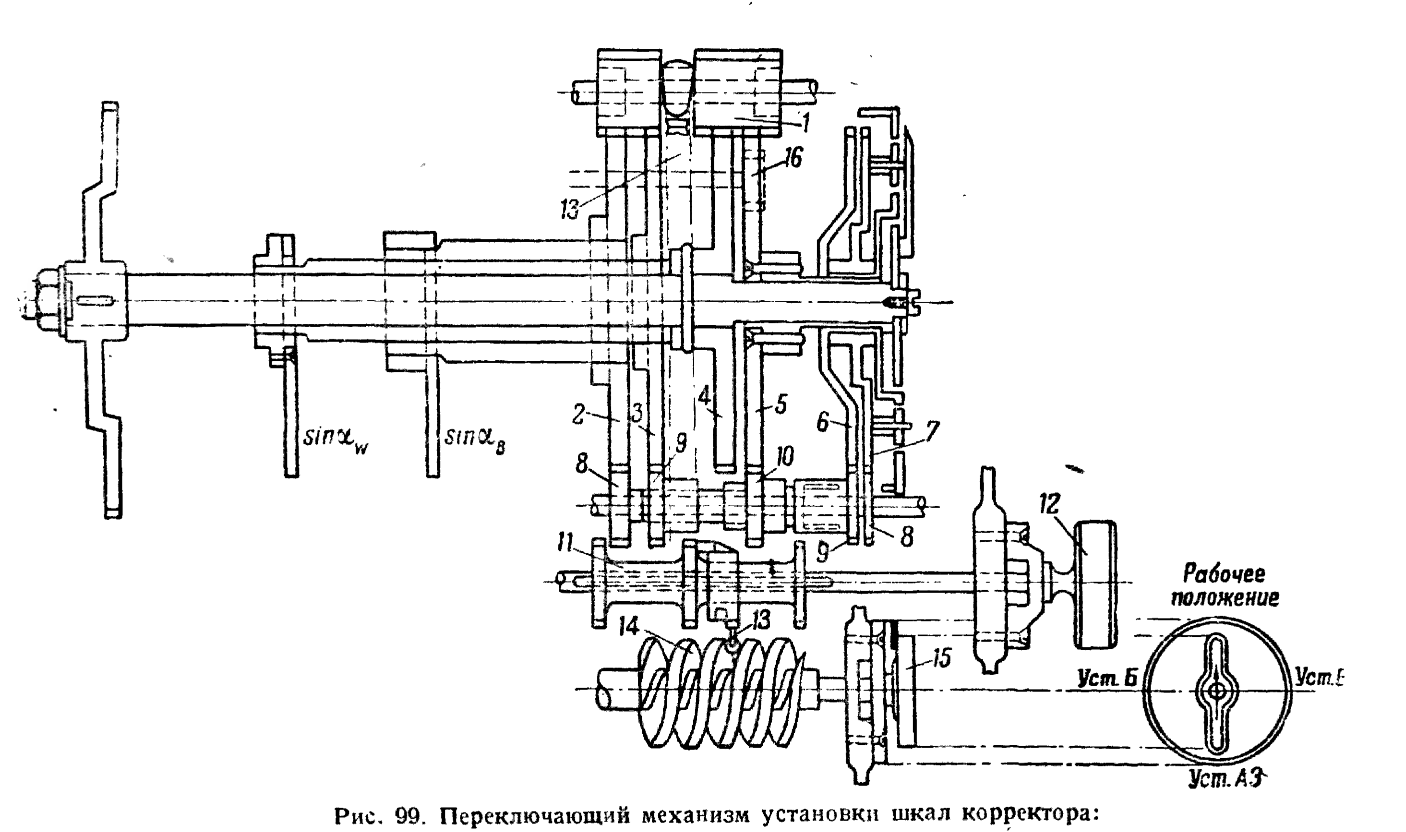


Рис. 99. Переключающий механизм установки шкал корректора:

1—подвижные соединительные зубчатки; 2—шестерня базы; 3—шестерня ветра; 4—шестерня индекса; 5—зубчатка; 6—зубчатка; 7—шкала базы; 8, 9, 10—промежуточные шестерни; 11—каретка; 12—рукоятка; 13—привод; 14—червяк; 15—переключатель; 16—деталь привода соединительной зубчатки.

установить при вращении зубчаток *10* и *5* шкалу азимута звукопеленгатора на «0» или на некоторый начальный отсчёт.

На рис. 100 представлен вид этого корректора спереди со снятой лицевой крышкой. На этом рисунке видны следующие элементы прибора: *А* — фрикционный диск угла места; *Б* — валик фрикционного механизма угла места; *В* и *Г*—диск и валик фрикционного механизма азимута; *Д* — зубчатая рейка, посредством которой устанавливается величина $1/R$. С лицевой стороны корректора помещены шкалы.

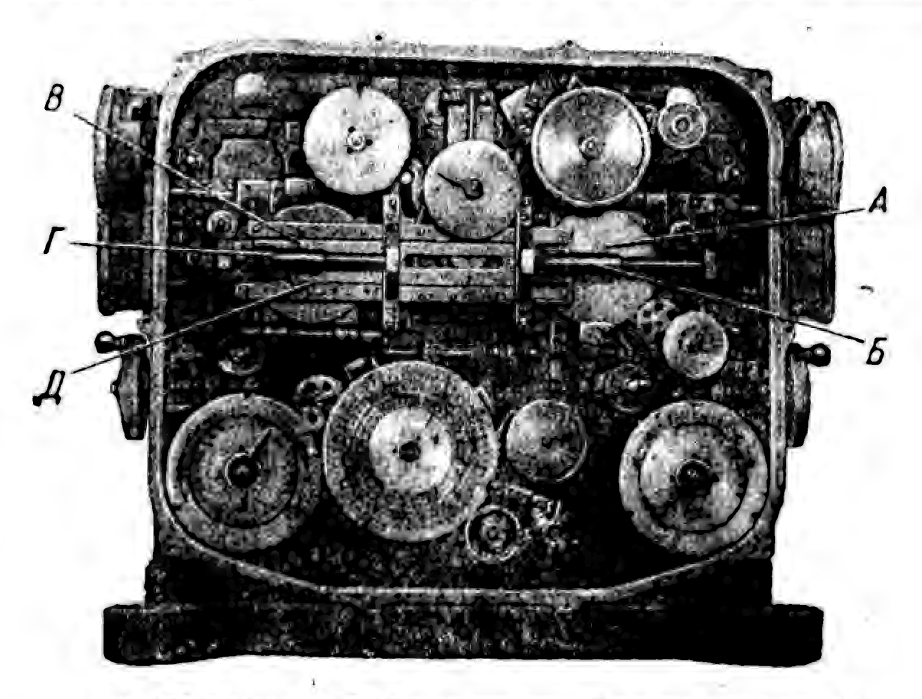


Рис. 100. Корректор ЗТ-4 с тахометрами (лицевая доска снята):

А—фрикционный диск угла места; *Б*—валик фрикционного угла места; *В* и *Г*—диск и валик фрикционного механизма азимута; *Д*—зубчатая рейка.

Верхняя шкала с левой стороны служит для установки рукояткой, имеющейся под шкалой, скорости ветра в м/сек. Правая шкала позволяет установить высоту полёта самолета в километрах от 0,9 до 9 км. Средняя шкала при установке высоты показывает при работе звукопеленгатора наклонную дальность в км. Нижняя шкала слева даёт показание исправленного корректором азимута на величину поправок на запаздывание звука, на базу и на ветер. Эта шкала, в случае порчи синхронной связи, позволяет передавать на прожектор голосом или по телефону истинное направление на самолёт по внутренней шкале. Внутренняя шкала имеет 600 делений ценой в 10 т. д. каждая, т. е. 0,6°. Наружная шкала показывает величину и знак вводимой поправки в тысячных дистанции с ценой одного деления в 20 т. д., т. е. 1,2°.

Тройная шкала служит для ориентировки звукопеленгатора и установки направления базы и ветра. Наружная шкала показывает акустическое направление, средняя — направление базы и внутренняя — направление ветра. Первые две шкалы имеют по 300 делений, ветровая шкала имеет деление в градусах с буквенными указаниями стран света (С. В. Ю. З.). Правее этих шкал расположен переключатель *15* (рис. 99), снабженный стрелкой и надписями, указывающими, какое должно быть положение рукоятки переключателя для ориентировки той или иной шкалы. Поворот шкал осуществляется круглой рукояткой, находящейся между шкалой и переключателем. Нужное деление на шкалах устанавливается по стрелке под треугольным указателем наружной шкалы.

Шкала угла места звукопеленгатора помещена над переключателем шкал азимута.

Шкала исправленного угла места находится в правом нижнем углу. При этом наружная шкала даёт величину поправки.

Цены делений этих шкал составляют 20 т. д., т. е. 1,2°. Шкала для введения рукояткой слева поправок на ветер и на базу в угле места находится над шкалой исправленного угла места.

Правила введения этих поправок от руки указаны на дощечке слева от рукоятки. Правила эти следующие:

1. При угле места меньше 300 т. д. поправок не вводить.
2. При ветре от 8 до 20 м/сек:

Таблица 5

При нахождении под индексом секторов азимутальных шкал	Стрелку шкалы поправок устанавливать на деления
Белый+белый	0
Красный+зелёный	0
Красный+белый	1 красное
Зелёный+белый	1 зелёное
Красный+красный	2 красных
Зелёный+зелёный	2 зелёных

3. При ветре ниже 8 м/сек пользоваться цветами шкалы направления базы.

Таблица 6

При нахождении под индексом секторов азимутальной шкалы базы	Стрелку шкалы поправок устанавливать на деления
Белый	0
Красный	1 красное
Зелёный	1 зелёное

Эти правила равнозначны табличному способу введения поправок, рассчитанному заранее и воплощенному в некоторое мнемоническое правило, связанное с раскраской секторов шкал азимута ветра и азимута базы.

Кроме указанных шкал, на лицевой стороне модернизированного корректора ЗТ-4 имеются:

1. Стопорные приспособления для механизмов запаздывания звука в азимуте и угле места. Рукоятки этих приспособлений помещены под

шкалами азимута и угла места. Они снабжены дощечками с надписями и стрелками, указывающими рабочее положение (открытое) и походное (закрытое). Требуется строго следить за стопорами, обеспечивая их правильное включение, иначе корректор при неправильном положении будет испорчен.

2. Окошки, закрытые навинтованными крышками, для регулировки механизмов запаздывания звука.

Под основанием корректора имеются две штепсельные муфты для присоединения кабеля синхронной связи: одна к посту управления, другая к зенитной батарее. С правой и левой сторон корректора расположены рукоятки, служащие для введения поправок на запаздывание звука.

У немодернизированного корректора с правой и левой сторон находятся шкалы поправок на запаздывание звука: с левой для азимута и с правой для угла места. На шкале имеются две стрелки: одна стрелка показывает величину поправки, другая служит для введения поправки на шкалу исправленного азимута или угла места и на датчик синхронной связи путём совмещения стрелок.

У модернизированного корректора (рис. 100) с правой и с левой сторон установлены тахометры, которые на своих циферблатах дают после включения отсчёт выработанной поправки на запаздывание звука. Включение тахометров осуществляется нажимом на специальные рычажки. При помощи маховичков корректировщики вводят выработанные поправки на шкалы исправленных углов и на датчики синхронной связи, совмещая внешнюю стрелку со стрелкой на циферблате тахометра.

Корректор одного из последних образцов трехрупорного звукопеленгатора «Сперри устроен так. Во-первых, для введения поправки на запаздывание звука корректор снабжён курсопостроительным механизмом. Этот последний состоит из разрешающей сферы *1* (рис. 101) диаметром 50 мм, которая опирается через шарики на специальный подпятник и приводится во вращение при помощи двух фрикционных роликов *2* и *3*. Ролик *2* сообщает сфере вращение в одной плоскости со скоростью, пропорциональной угловой скорости перемещения звукоприемников в азимуте. Такое вращение ролика *2* осуществляется благодаря тому, что он через зубчатую пару *4* и через цепные передачи *5 — 6*, *6 — 7* и *7 — 8* соединён со штурвалом слухача азимута *9*. Ролик *3* сообщает сфере вращения в другой плоскости, перпендикулярной к первой, со скоростью, пропорциональной угловой скорости перемещения звукоприемников по углу места. Осуществляется это через полый валик *10* с цепным зубчатым колесом, внутри которого проходит валик *4 — 5*, через цепную передачу *10 — 11*, через внутренний валик *11 — 12*, проходящий внутри полого валика с двумя цепными шестернями *6*, через цепную передачу *12 — 13* и через вал *13 — 14*, соединённый с штурвалом слухача по углу места.

При вращении обоих роликов *2* и *3* разрешающая сфера будет вращаться в подпятнике по направлению, противоположному курсу цели. На эту сферу опирается ещё ролик корректора скорости *15*, который помещён в обойме, являющейся плечом свободного вертикального валика *16*, на верхнем конце которого жестко закреплена

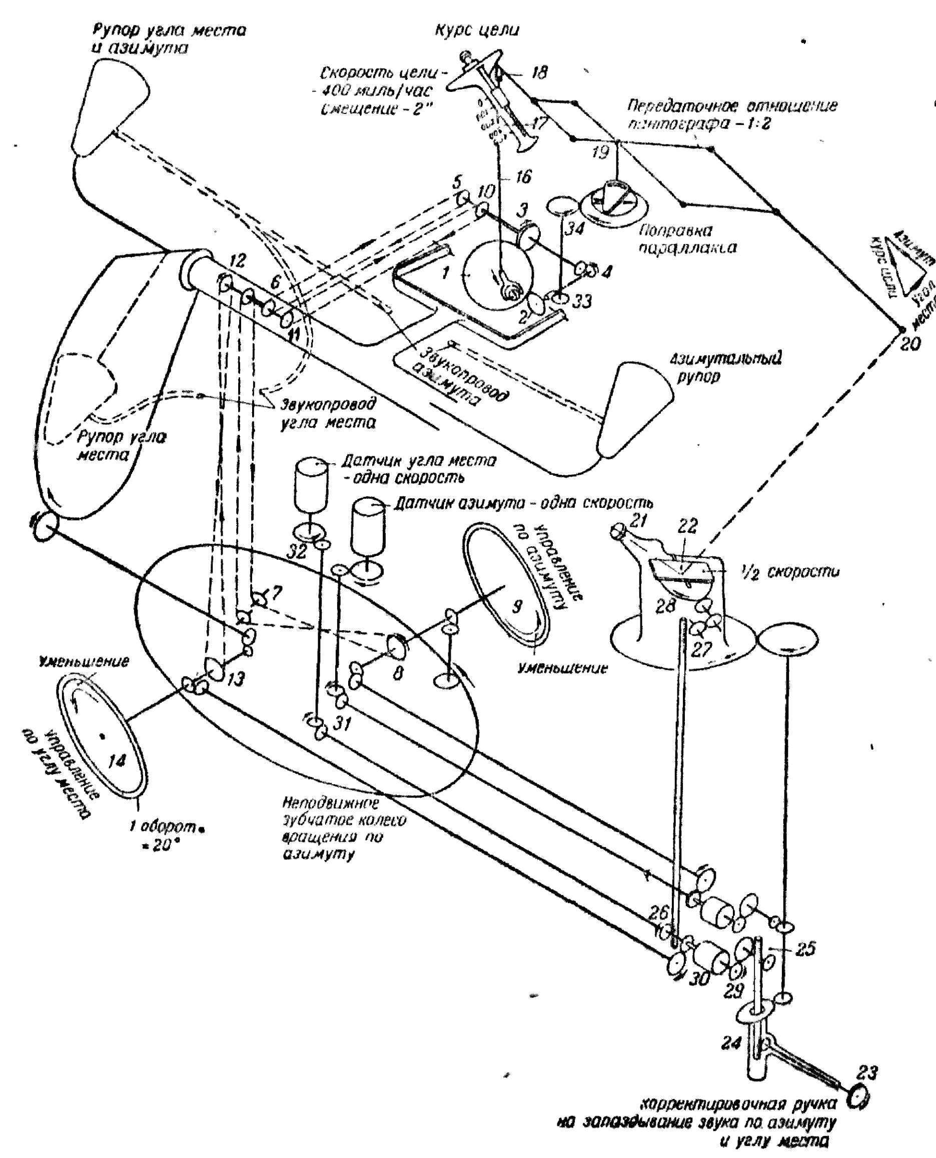


Рис. 101. Кинематическая схема трёхрупорного звукопеленгатора «Спер

1—разрешающая сфера курсопостроительного механизма; *2*- ролик азимута; *3*—ролик угла места; *4*- коническая пара; *5*, *6*, *7* и *8*-элементы цепной передачи; *9*—штурвал слухача азимута; *10*, *11*, *12* и *13*—элементы цепной передачи; *14*-штурвал слухача угла места; *15*—курсовой ролик; *16*—вертикальный валик; *17*—модель самолёта—указатель курса; *18*—шаровая головка; *19*—стойка пантографа; *20*—шарик пантографа; *21*—окуляр визирного устройства; *22*—зеркало; *23*—рукоятка корректировщика; *24*--стойка; *25*, *26*, *27*, *28* и *29*—зубчатые передачи; *30*— суммирующий диференциал; *31*—коническая пара; *32*—датчик; *33* — червячная пара; *34* — цилиндрическая пара.

модель самолёта указателя курса со шкалой скорости цели. Разрещающая сфера при своём вращении увлекает ролик *15*, устанавливая его по направлению своего вращения. Это вызывает поворот вертикального валика *16* на некоторый угол, и самолёт-указатель курса устанавливается вдоль по фактическому курсу цели. Таким образом, курсопостроительный механизм корректора решает задачу по определению курса цели.

Следующим элементом корректора является рычажный построитель, носящий название пантографа. Пантограф состоит из нескольких плеч, связанных между собой шарнирно и имеющих возможность перемещаться только в горизонтальной плоскости, параллельной плоскости полёта цели. Ведущий конец первого плеча пантографа *18* соединён шарнирно с шаровой головкой ползуна шкалы скорости цели. При установке определённого значения скорости цели ползун сдвигается вдоль по шкале скорости цели, и шаровая головка оказывается расположенной эксцентрично относительно валика *16*, который по вертикали приходится как раз против нуля шкалы скорости цели. Представим себе, что пантограф помещается на вертикальной стойке *19*, которая остается неподвижной, и представим далее, что мы смещаем шаровую головку, вводя некоторую скорость цели или изменяя курс цели. Оказывается, что в обоих этих случаях все плечи пантографа придут в движение, и стеклянный шарик *20*, расположенный на последнем плече, получит некоторое смещение. Если внимательно проследить за поведением плеч пантографа, то можно убедиться, что при установке скорости цели шарик *20* сместится прямолинейно на некоторый отрезок, пропорциональный величине введенной скорости и параллельной шкале скорости цели, нанесённой на фюзеляже модели самолёта. При изменении курса цели также произойдет смещение шарика *20*, причём если цель идёт по кругу, то как шаровая головка *18*, так и шарик *20* опишут круг.

Если бы звукопеленгатор был наведён на неподвижный источник звука и была бы установлена скорость цели, равная нулю, то корректировщик, наблюдая в визир *21*, увидел бы в зеркале *22* изображение шарика пантографа *20* в центре перекрестия двух рисок, нанесённых на зеркале, а за изображением шарика он увидел бы изображение самого источника звука. В этом случае акустическое и оптическое направления на источник звука совпадали бы. Шарик пантографа в этом случае будет удален от центра зеркала на 190 мм, что соответствует масштабу скорости звука в 334 м/сек. Пусть теперь источник звука начал двигаться со скоростью 160,9 км/час = 100 миль/час = = 44,6 м/сек. Очевидно, для того чтобы ввести поправку на запаздывание звука, необходимо будет шарик пантографа сдвинуть вдоль по направлению движения цели на величину отрезка, пропорционального скорости цели в том же масштабе, т. е. на величину:

$$X = \frac{190 \cdot 944{,}6}{334} = 25{,}4 \quad \text{мм.}$$

Принимая во внимание, что последнее плечо пантографа с шариком *20* перемещается в горизонтальной плоскости на отрезки, вдвое большие, чем перемещается шаровая головка *18*, последнюю мы должны

сдвинуть вдоль по курсу цели на отрезок $\frac{25,4}{2} = 12,7$ мм = = 100 миль/час. Отсюда мы получаем масштаб шкалы скорости цели.

После введения скорости цели акустическое направление на цель не будет совпадать с оптическим направлением. Корректировщик, чтобы ввести поправку на запаздывание звука, должен вращением рукоятки *23* добиться такого поворота зеркала *22*, чтобы изображение шарика *20* было вновь видно через визирное приспособление *21* приходящимся на перекрестии в центре зеркала. Поворот штурвала *23* вокруг его оси будет, с одной стороны, через зубчатые передачи *24*, *25*, *26*, *27* и *28* вызывать поворот зеркала *22* в вертикальной плоскости, а с другой стороны, через зубчатую пару *29*, диференциал *30* и зуб-

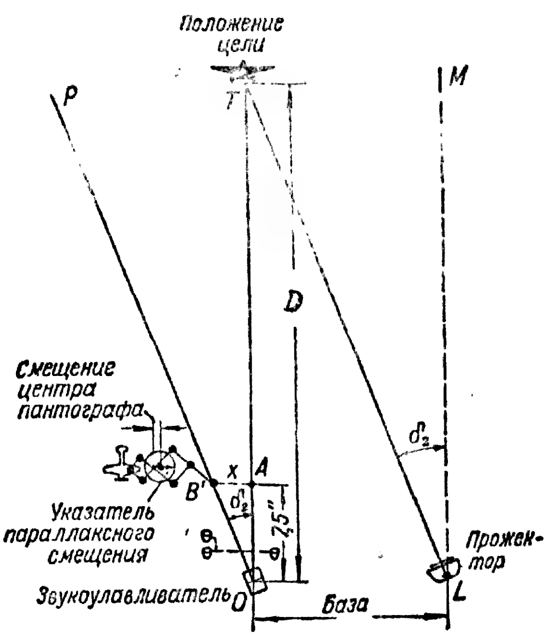


Рис. 102. Введение поправок на базу (на параллакс) между прожектором и звукопеленгатором.

чатые пары *31* и *32* вызовет дополнительный поворот ротора датчика угла места. Поворот штурвала вокруг вертикальной оси, приближая штурвал к себе или удаляя его от себя, через серию зубчатых передач вызовет, с одной стороны, поворот прицельного приспособления с зеркалом в азимуте, а с другой стороны, поворот ротора датчика азимута на величину введенной поправки.

Нетрудно видеть по кинематической схеме, что роторы датчиков на величины акустических углов азимута и угла места поворачиваются через те же диференциалы от штурвалов слухачей. От этих же штурвалов с передаточным отношением 1 : 18 вращаются звукоприемники в азимуте и в угле места. Кроме поправки на запаздывание звука, корректор данного звукопеленгатора позволяет вводить поправку на базу между прожектором и звукопеленгатором при использовании того же пантографа. Поправка на базу, как известно, зависит от величины базы и от величины наклонной дальности до цели. Пусть согласно рис. 102

звукопеленгатор указывает направление на цель OT; прожектор, находящийся в точке L, должен быть наведен по направлению LT, параллельному направлению OP; следовательно, зеркало O корректора следует свизировать на направление OBP, а для этого шарик пантографа надо переместить в данном случае влево на величину отрезка $x = AB$, который можно найти из подобных треугольников OAB и OTL:

$$\frac{OA}{OT} = \frac{AB}{OL} \quad \text{или} \quad \frac{190 \text{ мм}}{L} = \frac{x}{Б}, \quad \text{откуда} \quad x = 190 \text{ мм} \cdot \frac{Б}{L}, \qquad (98)$$

где $Б = OL$ — база между прожектором и звукопеленгатором;

$L = OT$ — наклонная дальность до самолёта.

Наибольшее смещение шарика пантографа для введения поправки на базу будет при максимальной базе и минимальной наклонной дальности и принимается здесь равным 23,5 мм. Это расстояние разделено на 10 равных частей с той целью, чтобы при различных значениях $Б$ и L брать то или иное число делений.

Рекомендуется перед поиском цели лучом прожектора, когда начальник системы или звукопеленгатора примерно может знать, на какой наклонной дальности он собирается осветить данный самолёт при данных метеорологических условиях, задаваться именно этой наклонной дальностью для определения величины смещения шарика пантографа — x.

Задавшись этой наклонной дальностью и зная величину базы, приходится обращаться к графическому решению уравнения (98), приведённому на рис. 103. Пользуясь этим графиком, укреплённым на

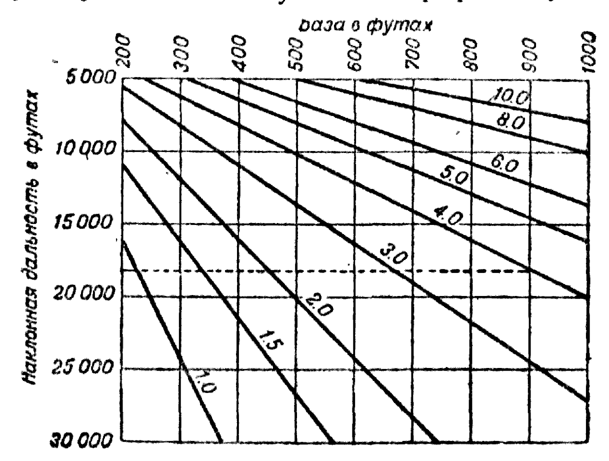


Рис. 103. График параллакса.

боковой стенке корректора, находят отрезок x в определённых единицах длины от 1 до 10. Когда этот отрезок найден, освобождают зажимную гайку вертикальной стойки пантографа *19* (рис. 101) и смещают её в направлении, противоположном направлению базы звукопеленгатор — прожектор на найденное число делений, нанесённых от 1 до 10 на имеющейся у основания стойки шкале.

Параллельно этой шкале размещена стрелка, которая при установке системы на позиции и при ориентировке её должна быть направлена на прожектор. В последующем при вращении звукопеленгатора эта стрелка благодаря наличию червячной пары *33* и цилиндрической пары *34* будет сохранять свое положение в пространстве и всё время будет направлена на прожектор.

При смещении вертикальной стойки пантографа *19* на величину, равную найдённому значению x, шарик пантографа сместится на ту же величину или величину, ей пропорциональную. Корректировщик, работая прицелом, передаст и эту поправку на датчики. Данный корректор не имеет никакого механизма, предназначенного специально для введения поправки на ветер. Однако рекомендуется частично учитывать и эту поправку при установке скорости цели.

В самом деле, если ветер дует вдоль по направлению движения цели, то скорости должны сложиться и на корректоре следует устанавливать скорость цели, сложенную со скоростью ветра. Если ветер дует навстречу цели, то скорость последней должна быть уменьшена. Если же ветер дует под углом к линии курса цели, то представляется возможным учесть только продольную составляющую скорость ветра, а поперечной составляющей рекомендуется пренебрегать.

Следует здесь указать, что привод разрешающей сферы курсопостроительного механизма от штурвала угла места осуществлен с передаточным отношением в 2,5 раза большим, чем передаточное отношение привода азимута. Необходимо также заметить, что лимбы азимута и угла места звукопеленгатора имеют деления, равные 0,056 = = 1/6400 длины окружности. Эти деления носят название милс. Шкала скорости самолёта имеет большие деления через 100 миль = = 160,9 км. База и наклонная дальность на параллаксном графике отложены в футах (100 фут. = 30,48 м; 5000 фут. = 1524 м).

Корректор нового американского трехрупорного звукопеленгатора оригинален по своему конструктивному выполнению, прост и удобен в эксплоатации и может обеспечить достаточно высокую точность решения поправок.

33. Автоматические акустические корректоры типа «Герц»

Первые звукопеленгаторы фирмы «Герц» имели корректоры, решающие всего одну поправку на запаздывание звука; они не имели механизма ветровых поправок, приспособления для изменения курсовых углов и корректора на температурную рефракцию. Корректоры этой фирмы образца 1935 года имеют такое устройство, благодаря которому они могут наиболее полно исправлять акустическое направление на самолёт. Для решения основных формул поправок на запаздывание и на ветер в этих корректорах используется метод пространственного построения, а поправка на температурную рефракцию вырабатывается при помощи специального множительного механизма. Принцип решения задачи по определению местоположения самолёта сводится к следующему. Пусть точка C есть мгновенное положение самолёта, который имеет прямолинейный курс и движется в точку A (рис. 104). Звуковые волны достигнут

звукопеленгатора за то время, равное ct, когда самолёт будет уже в точке A, т. е. пройдет путь vt. При наличии ветра звуковые волны будут отнесены в сторону движения ветра на величину CB, равную wt. Под влиянием различных температур воздуха на различных высотах произойдет искривление пути звуковых волн в вертикальной плоскости, например вниз от направления OB. В результате звукопеленгатор будет показывать направление OD, являющееся касательным к пунктирной кривой.

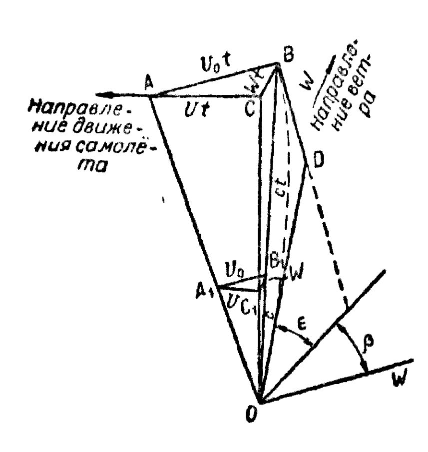


Рис. 104. Пространственное расположение векторов скорости.

Если учесть температурную рефракцию особым механизмом, то основной задачей корректора будет решение полученного нами треугольника скоростей. Если все стороны треугольника ABC (рис. 104) разделить на время t, то будет получен другой треугольник $A_1B_1C_1$, подобный первому. Этот треугольник будет иметь стороны, пропорциональные скоростям: скорости ветра w, скорости самолёта при отсутствии ветра v_0 и скорости самолёта при наличии ветра v. Скорость ветра может быть известна и по величине и по направлению, скорость v_0 — техническая (моторная), скорость самолета может быть определена приблизительно по величине, исходя из возможного типа самолета, v — скорость самолёта при наличии ветра, она может быть определена только при известных v_0 и w.

Таким образом, этот треугольник скоростей может быть построен в корректоре и упрежденная точка A действительного положения самолёта может быть найдена, если будет найдено направление OA_1A.

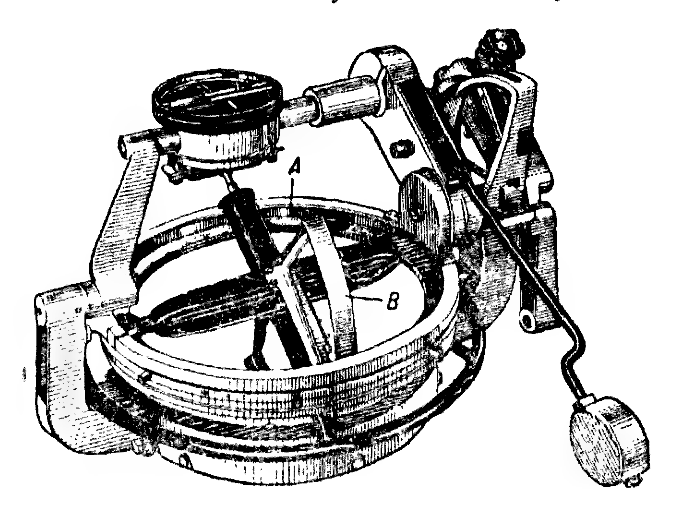


Рис. 105. Общий вид корректора типа «Герц»

Корректор типа «Герц» (рис. 105) состоит из следующих основных механизмов: **1) курсопостроительного механизма; 2) коробки передач; 3) короб-ки треугольника скоростей; 4) стойки исправленных координат и 5) механизма температурной рефракции.**

Курсопостроительный механизм корректора состоит из алюминиевой полусферы, на внутренней поверхности которой зачерчивается карандашом курс цели; механизм имеет траверзу курса, соединенную через систему передач, с одной стороны, с курсовым штурвалом, а с другой — с курсовой плоскостью коробки треугольника скоростей. Траверза курса монтирована так, что она может вращаться по верхнему обрезу полусферы на 360° (при неподвижной полусфере), показывая тем самым азимут звукопеленгатора. Кроме того, она может вращаться и вокруг своей оси на величину угла места звукопеленгатора. Азимут и угол места передаются на траверзу со звукопеленгатора уже с внесёнными поправками на ветер и температурную рефракцию. В центре траверзы *E* (рис. 106) имеется перпендикулярно с ней сопряженный валик *ОК*. Этот валик при вращении траверзы по азимуту и углу места будет всегда своим направлением указывать на направление цели с внесёнными поправками на ветер и разность температур.

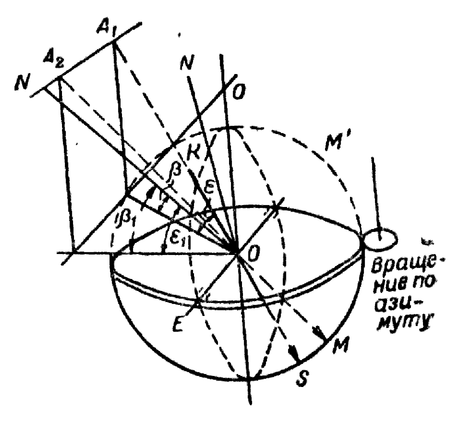


Рис. 106. Принцип устройства курсопостроительного механизма

Если бы валик *ОК* скользил своим концом *К* по воображаемой полусфере *M'* (пунктирной), то он зачерчивал бы своим движением путь самолёта относительно линии ориентира. Чтобы нагляднее представить себе положение этого валика в пространстве, укажем на следующее. При ветре, равном нулю, и отсутствии разности температур воздуха у земли и на высоте полёта самолёта (температурной рефракции нет) направление валика будет в точности совпадать с акустическим направлением, указанным звукопеленгатором. Из-за ветра и разности температур эти два направления несколько разойдутся. Путь самолета можно получить не только на воображаемой полусфере *M'*, но и на действительной полусфере *M*, если валик *ОК* продолжить вниз до встречи с нижней полусферой. В этом случае острие (карандаш) *S* как диаметрально противоположное концу *К* будет тоже зачерчивать на внутренней полусфере *M* путь самолёта с той лишь разницей, что карандаш будет двигаться в направлении, обратном движению самолёта. Однако это обстоятельство при правильной ориентировке не скажется на определении курса самолёта.

У звукопеленгатора ЗТ-5 корректор при вращении звукопеленгатора в азимуте вращается вместе с ним вокруг неподвижной колонки, как это видно из рис. 81. Чтобы сохранить ось полусферы неподвижной в пространстве и, следовательно, не нарушать ориентировку

полусферы, последняя через систему зубчаток (детали 12, 11, 10 и 9 на рис. 81) поворачивается на величину азимута звукопеленгатора в противоположном направлении. На рис. 107 поясняется необходимость обратного вращения полусферы, где приведены четыре её последовательных положения, которые она занимала бы по отношению к линии ориентирования *NS* при отсутствии обратного вращения и при вращении. Как видно, в этом последнем случае полусфера сохраняет всё время одинаковое положение в пространстве.

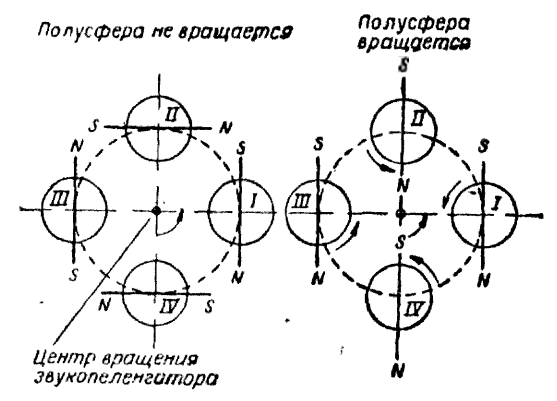


Рис. 107. Пояснение необходимости обратного вращения сферы.

Полученный на полусфере курс цели необходимо передать на механизм треугольника скоростей. Снятие курса производится следующим образом. На внутренней стороне полусферы (рис. 108) зачерчи-

Коробка передач
Механизм температурной рефракции
Коробка треугольника скоростей
$v_в$
Передача курса
Передача ветра
Передача направления ветра
Телескопический валик
Передача курса
Курсовая шкала
Ветровой штурвал
Траверза
Центр сферы
Ось траверзы
Штурвал курса
Полусфера курса
Карандаш записи курса

Рис. 108. Принципиальное устройство корректора.

вается курс цели карандашом, укреплённым в держателе. Механизм снятия курса имеет штурвал, при вращении которого можно траверзу установить по курсу так, что телескопический валик будет иметь возможность наклоняться по курсу, следя за целью, и карандаш будет записывать линию курса. Телескопический валик будет наклоняться в результате наклона коробки треугольника скоростей на углы, отве-

чающие акустическим углам места цели. Наклон валика должен происходить по оси траверзы, для чего последнюю и необходимо установить по курсу цели; это выполняется поворотом курсового штурвала в такое положение, чтобы карандаш чертил на полусфере линию, параллельную грани пятки, и чтобы пятка и карандаш двигались параллельно друг другу. При повороте курсового штурвала через систему зубчатых передач движение передаётся в коробку передач, а через три зубчатки, установленные в ней, — в коробку треугольника скоростей. В коробке треугольника скоростей поворот курсового штурвала выражается в повороте бронзового диска с нанесенными на нем параллельными штрихами; эти штрихи должны встать параллельно зачерчиваемой линии курса и параллельно оси траверзы. На траверзе курсопостроительного механизма укреплены два алюминиевых сектора (рис. 105), на которых укреплены шкалы, позволяющие отсчитывать так называемый угол крыши.

Углом крыши считается угол между горизонтальной плоскостью и плоскостью, проведённой через курс цели и точку стояния звукопеленгатора. Угол крыши при работе одного звукопеленгатора не определяется. Он необходим для определения высоты полёта самолёта с помощью двух расположенных на некоторой базе звукопеленгаторов и специального счётного прибора-высотомера. Высотомер может по двум углам крыши (двух звукопеленгаторов) и базе определить высоту, на которой летит самолёт. Коробка передач корректора типа «Герц» содержит девять цилиндрических зубчаток, действующих по три совместно. Три средние зубчатки служат для передачи курса цели в коробку треугольника скоростей; из них нижняя сидит на одной общей оси с конической зубчаткой передачи курса, сцепленной с кольцевой зубчаткой, на которой укреплена траверза. Верхняя средняя зубчатка сидит на внутреннем валике, который на противоположном своём конце имеет малую коническую зубчатку, сцепленную с курсовой зубчаткой коробки треугольника скоростей. Три правые крайние зубчатки служат для передачи в коробку треугольника скоростей направления ветра.

При вращении ветрового штурвала, расположенного на ободе полусферы, движение передаётся через коническую зубчатку на три крайние правые зубчатки коробки передач и от верхней крайней правой, жестко посаженной на полый валик, к этому последнему, а от него к ветровой конической зубчатке в коробке треугольника скоростей. Наконец, три крайние левые зубчатки коробки передач служат для того, чтобы при наклоне коробки треугольника скоростей на величину любого угла места плоскость треугольника скоростей оставалась бы

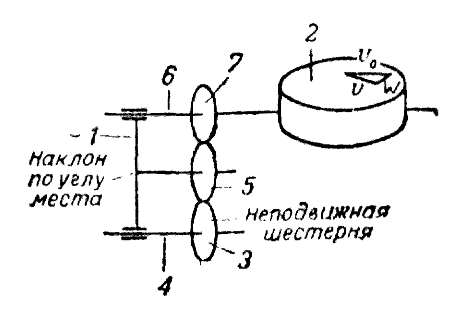


Рис. 109. Механизм, отрабатывающий наклон коробки треугольника скоростей:

1—рычаг; 2—коробка треугольника скоростей; 3—неподвижная зубчатка; 4—неподвижная ось; 5—промежуточная шестерня; 6—валик; 7—зубчатка.

горизонтальной. Это поясняется еще рис. 109, из которого видно, что когда рычаг *1* будет наклоняться вокруг неподвижной оси *4* и неподвижной зубчатки *3*, сидящей на этой оси, то валик *6* с зубчаткой *7* будет вращаться в обратную сторону благодаря промежуточной шестерне *5*, сидящей свободно на оси, жёстко связанной с рычагом *1*. Наклон рычага *1*, а следовательно и коробки треугольника скоростей *2*, производится от привода угла места акустической системы звукопеленгатора через механизм поправки на температурную рефракцию.

Коробка треугольника скоростей представляет собой специальный механизм, у которого в горизонтальной плоскости строится векторный треугольник из векторов скоростей v_0, v и w. Необходимым условием правильного решения задачи является постоянная параллельность плоскости треугольника скоростей горизонтальной плоскости при любых углах места. Это условие вытекает из предположения, что самолёт летит прямолинейно, равномерно и в горизонтальной плоскости.

Установка скоростей на коробке производится следующим образом. Скорость ветра (в м/сек) устанавливается по шкале, помещённой под коробкой, специальным торцовым ключом, который обычно ввертывается в кронштейн, поддерживающий рычаг наклона корректора. Скорость самолёта (в км/час) устанавливается рукой по шкале, помещённой сверху коробки треугольника скоростей. Геометрическре расположение отрезков скорости самолета v_0 и скорости ветра w пои заданных направлениях ветра и курса самолёта показано на рис. 110.

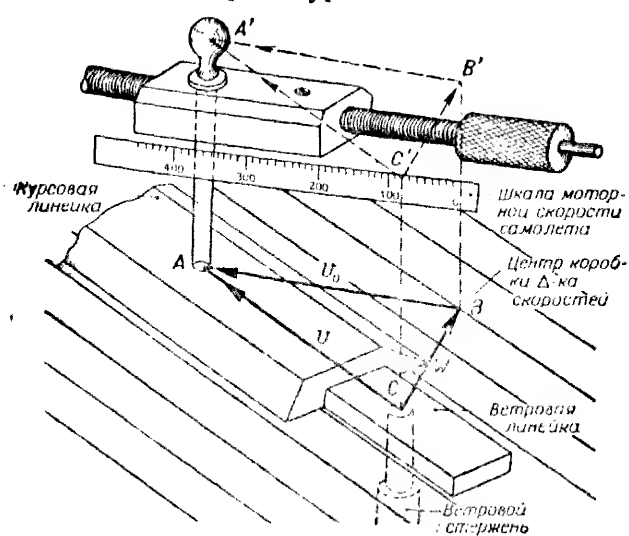


Рис. 110. Образование треугольника скоростей в коробке.

Когда акустическая система звукопеленгатора наводится слухачами на самолет, то коробка треугольника скоростей наклоняется в вертикальной плоскости на величину угла места, исправленного на температурную рефракцию, и если корректировщик следит за вычерчиванием на полусфере курса самолёта, то он, вращая курсовой

штурвал, ориентирует курсовую плоскость коробки треугольника так, что нанесённые на ней параллельные линии устанавливаются параллельно курсу.

На рис. 111 в более крупном масштабе представлен разрез коробки треугольника скоростей, где и видны шестерня курсовой передачи и пластина курсовой плоскости. Таким образом, если провести

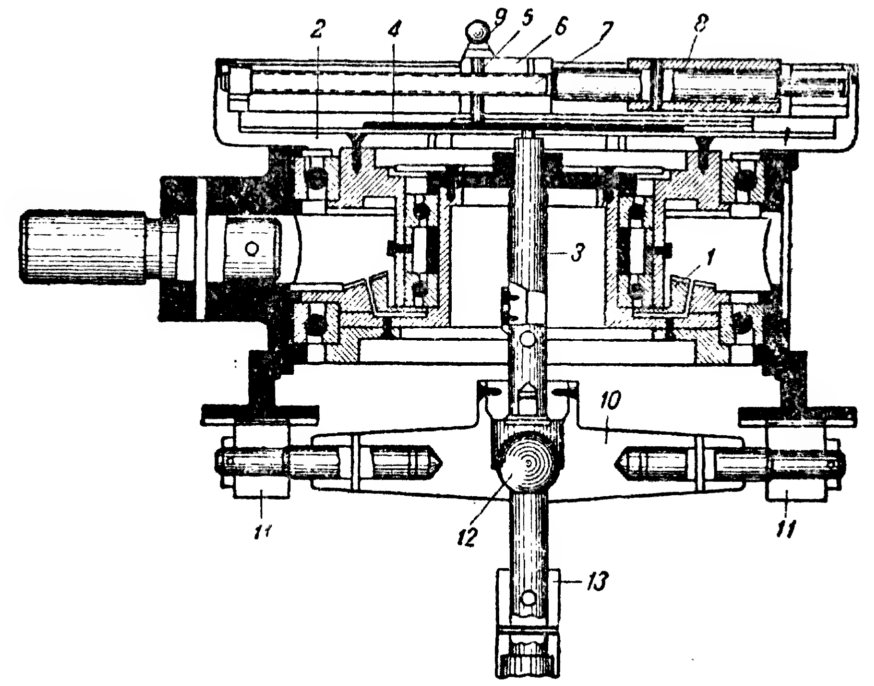


Рис. 111. Устройство коробки треугольника скоростей:

1—курсовая коническая зубчатка; *2*—бронзовый диск; *3*—ветровой стержень; *4*—курсовая линейка; *5*—штифт курсовой линейки; *6*—ползунок шкалы скорости цели с индексом; *7*—винт шкалы скорости цели; *8*—накатная втулка для установки скорости цели; *9*—шаровая головка; *10*—ветровая траверза; *11*—зубчатые секторы; *12*—шаровая пята; *13*—телескопический валик.

прямую линию через центр коробки треугольника скоростей и через центр полусферы, то эта прямая будет отвечать прямой акустического направления на самолёт, исправленного на температурную рефракцию, т. е. направления *OB* (рис. 104). При наличии ветра его скорость будет установлена на шкале под коробкой треугольника скоростей и при этом ветровой стержень *3* (рис. 111) будет сдвинут от центра коробки треугольника в сторону на величину отрезка, пропорционального скорости ветра *w*. Вектор *w* известен нам и по величине и по направлению. Направление вектора ветра устанавливается при помощи ветрового штурвала (рис. 108). При повороте этого штурвала через систему передач ветровой стержень поворачивается на некоторый угол вокруг центра коробки треугольника и устанавливается так, что вектор *w* оказывается направлен от *C* к *B* (рис. 110). При повороте ветрового стержня последний тянет за собой внутреннюю

линейку, так как эта линейка своим центральнм отверстием насажена на конец ветрового стержня. При движении этой линейки в сторону она поведёт за собой чёрную курсовую линейку *4*, которая сидит подвижно на штифте *5* (рис. 111). Курсовая линейка *4* будет сдвинута с ветровой линейки при установке величины предполагаемой моторной скорости самолета v_0. Когда устанавливается величина вектора v_0, ползунок *6* (рис. 111) сдвигается по винту *7*, который приводится во вращение при помощи втулки *8* с накаткой. Чтобы шаровая головка *9* на ползунке *6* заняла положение, соответствующее положению точек *A* и A_1 треугольника скоростей, необходимо шкалу моторной скорости самолета v_0 повернуть вместе с чёрной линейкой вокруг точки *B* так, чтобы кромка чёрной линейки установилась параллельно линиям курса на курсовой плоскости. Таким образом, при заданном векторе v_0 по величине и векторе *w* по величине и направлению и при найденном направлении вектора *v* (поскольку курс цели будет найдён), мы получим строго фиксированное положение точки *A* и найдем исправленное истинное направление на самолёт. Следует заметить, что при установке величины вектора ветра одновременно со смещением ветрового стержня от центра коробки треугольника к точке *C* у нас будет смещаться ползун *10* с зубчатыми секторами *11*, соединяющийся через шаровую пяту *12* с внутренним валиком телескопического валика *13*, идущего к центру траверзы и полусферы.

В результате смещения ползуна *10* телескопический валик и карандаш на его противоположном конце отклоняются в сторону, и теперь карандаш будет чертить курс, исправленный на ветер. Таким образом, прямая линия, соединяющая конец карандаша с центром полусферы и с точкой *C* на треугольнике скоростей (или конец ветрового стержня), будет давать направление на самолёт, исправленное на ветер, т. е. направление *OC* (рис. 104).

Прямая линия, соединяющая центр шаровой головки с центром полусферы, будет давать истинное направление на самолёт *OA* (рис. 104). Возможны частные случаи, когда треугольник скоростей вырождается в прямую линию. Это происходит, во-первых, когда скорость ветра равна нулю ($w = 0$), во-вторых, когда ветер совпадает с направлением курса цели, и, в-третьих, когда ветер прямо противоположен направлению курса цели. Если скорость ветра равна нулю, то ветровой стержень не отклонен от центра коробки треугольника скоростей, точки *B* и *C* совпадают, имеет место только погрешность из-за запаздывания звука, причём цель должна двигаться в воздухе со скоростью, равной $v = v_0$. Поэтому направление *OB* будет акустическим направлением, исправленным на температурную рефракцию, а направление *OA* будет истинным направлением на цель.

Если ветер по направлению совпадает с курсом цели, то акустическая система окажется наведенной по направлению *OB* (рис. 112, а), но звук оказался снесённым ветром, и поэтому самолёт, издавший звук, фактически находился по направлению *OB*, но пока звук дошёл до звукопеленгатора, самолёт переместился и в действительности находится по направлению *OA*. Таким образом, на рис. 110 в этом случае окажется, что точка *B* будет находиться на прямой *AC*, ветровой стер-

жень будет сдвинут от центра коробки треугольника скоростей вдоль по оси чёрной линейки и вектор v окажется равен алгебраической сумме векторов w и v_0. Общая величина поправки должна быть равна углу AOC, но угол BOC уже учтён, так как звукопеленгатор направлен по линии OB; следовательно, углом фактической поправки будет угол AOB.

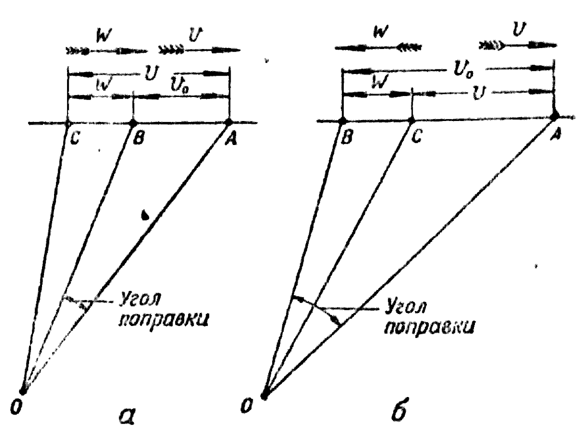


Рис. 112. Случаи превращения треугольника скорости в линию.

Если направление ветра противоположно направлению движения самолёта, то, когда акустическая система будет наведена по направлению OB (рис. 112, б), самолёт фактически будет находиться по направлению OC, но пока звук дойдёт до звукопеленгатора, самолёт переместится и окажется по направлению A. Таким образом, на рис. 110 точка C расположится между точками A и B, т. е. направление векторов w и v_0 будет противоположно и вектор v окажется равен алгебраической разности v_0 и w. Угол поправки будет равен углу AOB [1].

Стойка исправленных координат представляет собой ту часть корректора, которая служит для передачи исправленного азимута и угла места на дающие синхронной передачи, причём в данном случае эта передача осуществляется путём ручного совмещения. Устанавливая на шаровую головку коробки треугольника скоростей при помощи ручки *2* поводок *3* рычага совмещения *4* стойки исправленных координат (рис. 113), мы одновременно получаем на дающих синхронной передачи исправленные азимут и угол места. На рис. 113 представлен сборочный чертёж верхней части стойки исправленных координат с рычагом совмещения.

Для уяснения принципа снятия угловых координат самолёта при помощи рычага совмещения разберем по порядку сначала снятие исправленного азимута, а затем исправленного угла места самолёта. Треугольник O_1aa_1 (рис. 114) подобен треугольнику OAA_1, и, следовательно, $\frac{aa_1}{r} = \frac{AA_1}{R}$, что можно заменить отношением дуг $\frac{aa_1}{r} = \frac{AA_1}{R}$, причем $r = O_1a$; $R = OA$. Точка O_2 — верхний конец вертикального диаметра сферы. Если бы заставили дугу, проведенную через точки O_2, a_1 и A, перемещаться из точки a_1 в точку a, то тем самым мы передвинули бы эту дугу из точки A в точку A_1, т. е.

---

[1] Во время работы курсовым штурвалом надо пятку курсозаписывающего приспособления вести так, чтобы шаровая головка была удалена от центра коробки треугольника скоростей в сторону движения самолёта.

Рис. 113. Стойка исправленных координат:

1—рычаг совмещения; 2—рукоятка рычага; 3—поводок; 4—колено рычага; 5—корпус стойки; 6 — корпус датчика угла места; 7—датчик угла места; 8—ось рычага совмещения; 9, 10 и 11—конические передачи; 12—валик визира; 13—визир; 14—крышка стойки; 15, 16 и 17—конические передачи; 18—кронштейн рычага совмещения; 19—кулиса рычага; 20—штифт рычага; 21—задняя прорезь рычага; 22—опора рычага; 23—цепь рычага; 24—винт; 25—гибкий шланг с проводом; 26—основание цоколя лампы.

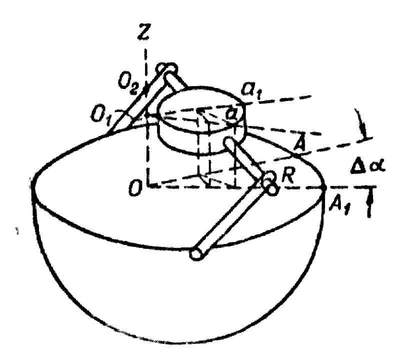


Рис. 114. Принцип снятия азимута.

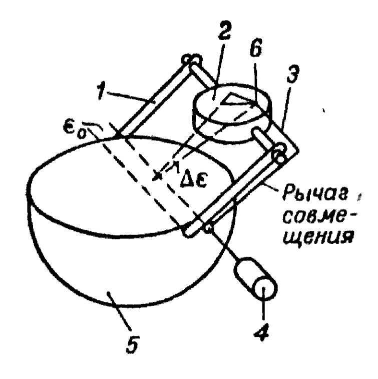


Рис. 115. Принцип снятия угла места:

1—рычаги; 2—коробка треугольника скоростей; 3—рычаг совмещения; 4—дающий; 5—чаша корректора; 6—шаровая головка.

переместили бы её на величину угловой поправки в азимуте. Дугу легко представить как $^1/_4$ меридиана, проходящего от полюса (точка O_2) к экватору (точка A). В действительности рычаг совмещения имеет несколько иную конструкцию, но принцип его действия от этого не меняется. Особенность формы рычага совмещения вызвана главным образом тем, что он снимает одновременно как поправку в азимуте, так и поправку в угле места. При вращении рычага совмещения поворачиваются и дающие синхронной передачи.

Принцип снятия исправленного угла места поясняется на рис. 115. Рычаги *1*, наклоняясь по углу места от привода акустической системы звукопеленгатора, наклоняют на этот же угол и коробку треугольника скоростей *2*. Достаточно теперь положить рычаг совмещения *3* на шаровую головку *6*, фиксирующую настоящее местоположение самолёта, чтобы получить наклон рычага совмещения, равный исправленному углу места. Дающий *4*, будучи жёстко связан с рычагом совмещения, будет передавать исправленный угол места.

При наложении рычага совмещения *3* на шаровую головку *6* коробки треугольника скоростей *2* этот рычаг будет перемещаться дополнительно на угол поправки в азимуте, вследствие чего он будет всегда наклонен в плоскости исправленного азимута цели, что обеспечивает правильную поправку в угле места.

Следует заметить, что длина рычага совмещения при наклоне его по углу места в одной и той же плоскости должна быть переменной и изменяться так, чтобы поправка в азимуте не вводилась при любых скоростях самолета v_0, если самолёт движется прямо на звукопеленгатор (курс 0°).

Конструктивно стойка исправленных координат выполнена следующим образом (рис. 113). Вся верхняя вертикальная часть её устанавливается на кронштейне, у которого снизу устанавливается дающий исправленного азимута, и этот кронштейн жестко крепится к ободу, вращающемуся в пределах угла в 140° вокруг полусферы корректора. Верхняя часть стойки состоит из двух цилиндрических полых отливок *5* и *6* (рис. 113). Внутри последней помещается дающий синхронной передачи угла места *7*, валик *8* и три конические шестерни *9*, *10* и *11*. Внутри верхней цилиндрической трубы *5* помещается валик *12*, передающий вращение по углу места на визирную трубку *13*. В крышке *14* трубы *5* помещаются две конические шестерни *15* и *16* и валик *17*, на котором укреплена визирная трубка *13*. С левой стороны стойки на валике *8* сидит жёстко кронштейн наклона *18*, на котором шарнирно укреплён рычаг совмещения *4*. Этот рычаг может перемещаться в направляющей обойме *19* вверх и вниз с подачей влево от центрального положения обоймы. Чтобы рычаг имел возможность двигаться влево, правый конец его своим шарниром *20* сидит в полозке *21*. Левый конец рычага имеет рукоятку *2*, возле которой находится поводок *3*, имеющий снизу полушаровую поверхность. Этим поводком рычаг совмещения *4* и совмещается с шаровой головкой на коробке треугольника скоростей. Чтобы рычаг совмещения постоянно находился в состоянии некоторого равновесия, он снизу поддерживается рычажком *22*. Последний, в свою очередь, подтянут цепью *23*, притянутой к верхнему ребру рычага совмещения

винтом *24*. В верхней части головки стойки исправленных координат закреплён гибкий металлический шланг *25*, на конце которого имеется электрическая лампочка в патроне *26*, для освещения верхней плоскости коробки треугольника скоростей. Датчик азимута помещён в нижней части стойки исправленных координат и получает вращение через зубчатые передачи *11 — 12* и *9 — 10* (рис. 81) на величину неисправленного азимута. Вся стойка исправленных координат может быть повёрнута на некоторый угол вокруг полусферы корректора и тогда датчик азимута получит дополнительный поворот на величину поправки в азимуте.

Множительный механизм поправки на температурную рефракцию у корректоров типа «Герц» выпуска 1935 года решает упрощённую формулу поправки для угла места такого вида:

$$\Delta\varepsilon_0 = f\left(\frac{T}{T_0}\right) \operatorname{ctg}\varepsilon \operatorname{tg}\delta = f\left(\frac{233}{273}\right) \operatorname{ctg}\varepsilon \operatorname{tg}\delta, \qquad (99)$$

где T — абсолютная температура воздушного слоя, в котором движется самолёт;

T_0 — абсолютная температура воздуха около звукопеленгатора;

ε — исправленный на температурную рефракцию угол места звукопеленгатора;

δ — угол наклона линейки механизма температурной рефракции.

Устройство и принцип действия механизма поясняется на рис. 116. Принцип решения данной поправки основан на принципе построения прямоугольного треугольника по данным катету ($k \cdot \operatorname{ctg}\varepsilon$) и углу, к нему прилегающему (угол δ). Внизу на рис. 116 показана кривая, представляющая собой функцию исправленного угла ε_1, от угла ε акустического при $\frac{T}{T_0} = \frac{233}{273}$.

Из рисунка следует, что

$$\Delta\varepsilon_0 = O\varepsilon \cdot \operatorname{tg}\delta = k \cdot \operatorname{ctg}\varepsilon \cdot \operatorname{tg}\delta.$$

Механизм работает следующим образом. Кривая хода температурной рефракции для случая $\frac{T}{T_0} = \frac{233}{273} = 0{,}85$ расположена в виде прорези на кронштейне *1* (рис. 116), имеющем форму $^1/_4$ окружности. Точка ε_0, закреплённая жёстко с приводом угла места звукопеленгатора, передвигает направляющую ε_0 *O* параллельно самой себе по кронштейну на угол места звукопеленгатора. С помощью шкалы, помещённой на кронштейне, подбирается температура верхнего слоя воздуха и температура у земли. При установке соответствующих температур направляющая ε_0 *O*, или верхняя направляющая *3* (рис. 116), устанавливается на угол δ. Точка ε и будет отвечать исправленному углу места.

Перемещение точки ε_0 при заранее установленном наклоне направляющей ε_0 *O* на угол δ будет зависеть только от изменения угла места звукопеленгатора. Поэтому и величина поправки $\varepsilon_0 - \varepsilon = \Delta\varepsilon_0$ изменяется только при изменении угла ε. Исправленный угол места с точки ε механизма температурной рефракции передается на привод угла места коробки передач *4*. Поэтому наклон коробки треугольника скоростей производится уже на величину угла места, исправленного на температурную рефракцию. Наклон направляющей *3* при изменении угла места сохраняется постоянным. При угле места $\varepsilon = 90°$ точки ε_1 и ε сходятся вместе, и поправка будет равна нулю, что полностью соответствует теоретическим положениям.

Кронштейн *1* представляет собой бронзовую отливку, обработанную так, что по рабочей поверхности имеет $^1/_4$ обработанной окружности. В кронштейне вырезается кривая, соответствующая уравнению $k \cdot \operatorname{ctg}\varepsilon$ при $k = 233/273$. Для того чтобы снять поправку и передать ее на корректор, на кронштейн накладывается верхняя направляющая *3*, имеющая тоже прорезь. Снизу к кронштейну подходит вторая направляющая *4*. Кронштейн верхней направ-

ляющей 5 шарнирно связан с приводом угла места звукопеленгатора и имеет возможность при помощи червяка 6 поворачиваться вокруг своей оси на угол δ. Через все три прорези проходит палец 2, который соединяет их все вместе и имеет возможность качаться вокруг оси в угле места и отклоняться в бок благодаря шарнирному соединению 7. Предположим, что акустический угол места звукопеленгатора изменяется, тогда вместе с вращением акустической системы кронштейн 5 будет наклоняться на акустический угол места и потянет за собой палец 2. Палец 2 через направляющую, связанную с приводом корректора в угле места 4, передаёт этот наклон коробке передач и коробке треугольника скоростей, но уже сложенный со своим движением по кривой, т. е. с поправкой на температурную рефракцию. Червяк 6 приводится во вращение от руки при вращении штурвала 8. На штурвале 8 установлен множительный барабанчик и имеются три шкалы. На внутренней шкале, расположенной на барабанчике, нанесены значения температур около земли от — 40° до +40° С. На внешней шкале на одной половине нанесена температура воздуха на высоте движения самолёта. На второй половине шкалы нанесены отношения температур $\frac{T}{T_0}$ в процентах. Совмещение заданных температур производится следующим порядком: вращая внутренний барабанчик, подводят риску на внутренней шкале с заданной температурой у земли под риску заданной температуры наверху на внешней шкале. На шкале отношений $\frac{T}{T_0}100$ читают против индекса полученное отношение. Затем, вращая штурвал 8, приводят во вращение червяк 6, червячную шестерню 9, а вместе с ней направляющую 3 и стрелку, жёстко связанную с осью червячной шестерни 9. Стрелка движется по шкале отношений, установленной на крышке червячной передачи и подобной шкале отношений на множительном барабанчике. На этой шкале устанавливается та же величина отношения, которая получилась против индекса на внутреннем диске барабанчика.

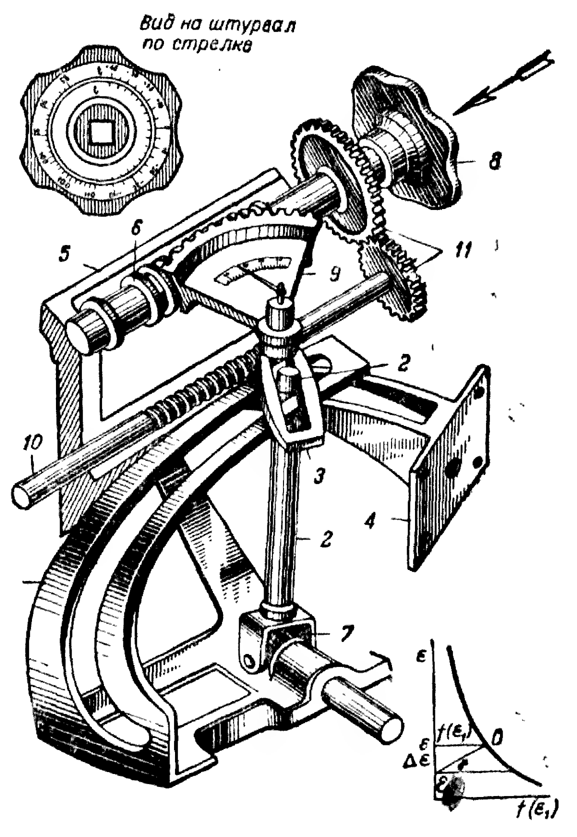


Рис. 116. Множительный механизм, вводящий поправку на температурную рефракцию:

1—кронштейн с котангенсной прорезью; 2—вертикальный палец; 3—верхняя направляющая; 4—кронштейн нижней направляющей; 5—корпус; 6—червячный винт; 7—шарнирное соединение; 8—множительный барабанчик со шкалами; 9—червячный сектор; 10—ограничитель хода; 11—цилиндрическая пара.

На шкалах введения температур слоёв воздуха углы, идущие на увеличение против часовой стрелки, считаются положительными и отвечают нормальному падению температуры с высотой. Углы же, идущие на увеличение

по часовой стрелке, считаются отрицательными и соответствуют случаю инверсии, т. е. повышения температуры воздуха с увеличением высоты подъёма.

Направляющая *3* (рис. 116) может устанавливаться на угол δ в пределах от $+45°$ до $-30°$.

Механизм температурного параллакса при малых углах места и при установке угла δ для случаев температурной инверсии имеет острый угол между направляющей *3* и кривой температурной рефракции на кронштейне *1*. Это может вызвать самозапирание и поломку механизма. Для устранения этих опасных положений механизм имеет специальный стопор *10*, соединённый через зубчатую передачу *11* со штурвалом *8* установки угла δ. Стопор *10*, упираясь в неподвижную площадку, не дает акустической системе звукопеленгатора наклоняться на угол места меньший, чем $\varepsilon_{кр}$, величину которого можно определить по следующей приближенной формуле:

$$\varepsilon_{kp} \doteq 10° - \frac{\delta}{3}. \qquad (100)$$

Из формулы следует, что звукопеленгатор при наибольшем нормальном падении температуры ($\delta = +45°$) может быть наклонен по углу места на угол $-5°$ ниже горизонта, при $T = T_0$ ($\delta = 0°$) до $+10°$ и при наибольшей инверсии ($\delta = -30°$) до $+20°$ ниже горизонта.

Корректор типа «Герц», основные детали которого рассмотрены нами в этом параграфе, снабжён шкалами, необходимыми для отсчета соответствующих величин.

Звукопеленгатор и корректор могут иметь следующие шкалы:

1) Шкала курса цели на полусфере корректора; шкала разбита на 600 делений; цена делений 10 т. д., увеличение делений против часовой стрелки.

Для удобства пользования шкалой она имеет два ряда делений и четыре ряда цифр соответственно четырём индексам, отстоящим друг от друга на 15-00 делений угломера.

2) Шкала исправленного азимута на неподвижном основании полусферы, индекс этой шкалы на ободе стойки исправленных координат; пределы шкалы 0 ÷ 60-00; цена деления 10 тысячных дистанции.

3) Шкала акустического угла места помещена на вращающемся горизонтальном вале крестовины.

4) Шкала исправленного угла места; пределы шкалы 0 ÷ 15-00, цена делений 10 т. д., расположена на стойке исправленных координат.

5) Шкала угла крыши помещена на секторах траверзы угла крыши; пределы шкалы 1-00 ÷ 15-00; 15-00 ÷ 30-00; цена делений 10 т. д.

6) Шкала скорости самолёта на коробке треугольника скоростей; пределы шкалы 80—440 км/час.

7) Шкала скорости ветра на той же коробке снизу; пределы шкалы 0÷20 м/сек.

Кроме этих шкал, были указаны ещё четыре шкалы на множительном механизме поправки на температурную рефракцию. Это — шкала температуры воздуха на высоте полёта самолёта, шкала температуры на поверхности земли, шкала отношений $\frac{T}{T_0}100$ на множительном барабанчике и такая же шкала на коробке червячной передачи этого механизма.

Следует заметить, что, **кроме описанных здесь типов автоматических корректоров, существует несколько других разновидностей.** Например, у звукопеленгатора французской фирмы «Барбье-Бенар

и Тюренн» (рис. 84) имеется корректор, у которого для решения поправок используется совместно котангенсный планшет и метод пространственного построения. У одного из последних образцов звукопеленгатора немецкой фирмы «Электроакустик» (рис. 85) имеется упрощенный корректор, действующий по принципу пространственного построения. Корректор представлен на рис. 117; обслуживается он одним человеком, вращающим штурвал и удерживающим тем самым диск с цветными делениями в неподвижном состоянии.

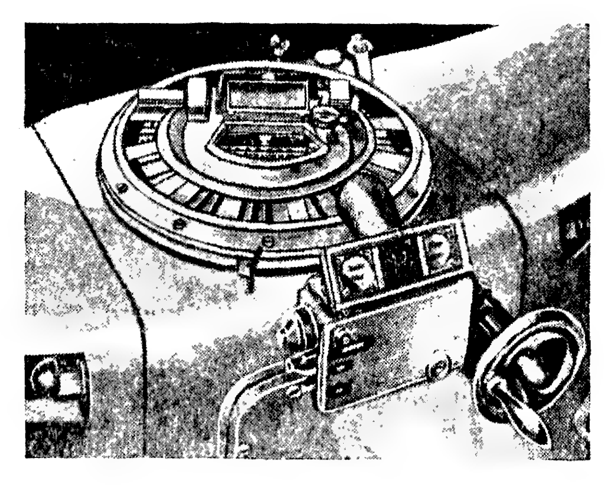


Рис. 117. Корректор немецкого звукопеленгатора фирмы «Электроакустик» (внешний вид).

Принципиальное устройство этого корректора следующее. Корректор смонтирован в колонне звукопеленгатора и снаружи виден только своей верхней частью. Верхняя часть (на крышке) корректора называется следящим (курсовым) диском *121* (рис. 118), на котором смонтированы следующие детали:

1) стрелка-указатель (белая) *122*, которая при правильной работе корректировщика всегда указывает курс;

2) механизм для установки скорости цели и скорости звука в зависимости от температуры воздуха. Этот механизм состоит из: а) ходового винта *124* с головкой; б) гайки, скользящей по этому ходовому винту; в) стрелки, один конец которой укреплён в корпусе диска, а другой, проходя через гайку *1*, оканчивается на шкале скорости цели и описывает при вращении головки окружность;

г) шкалы скорости цели (в км/час и м/сек от 0 до 140 м/сек) *123*, могущей перемещаться вдоль пластинки *3* и имеющей зубцы на торцовой части;

д) цилиндрической шестерни *125*, которая передвигает при своём вращении всю шкалу; кроме того, непосредственно на самой шестерне имеется шкала скорости звука от 300 до 360 м/сек с ценой делений в 1 м/сек;

е) маховичка *126*, служащего для установки скорости звука;

ж) зеркальной крышки *127* для закрытия шкалы стеклом;

з) стержня поводка *4*, идущего от ходового винта сквозь цветной диск к конической шестерне *6*.

Диск *121* имеет по окружности окна, через которые можно наблюдать за цветным диском. Курсовой диск при помощи болтов соединён с ободом цилиндрической шестерни *110* для установки корректора и вращается вместе с ним. Под диском *121* с окнами находится цветной

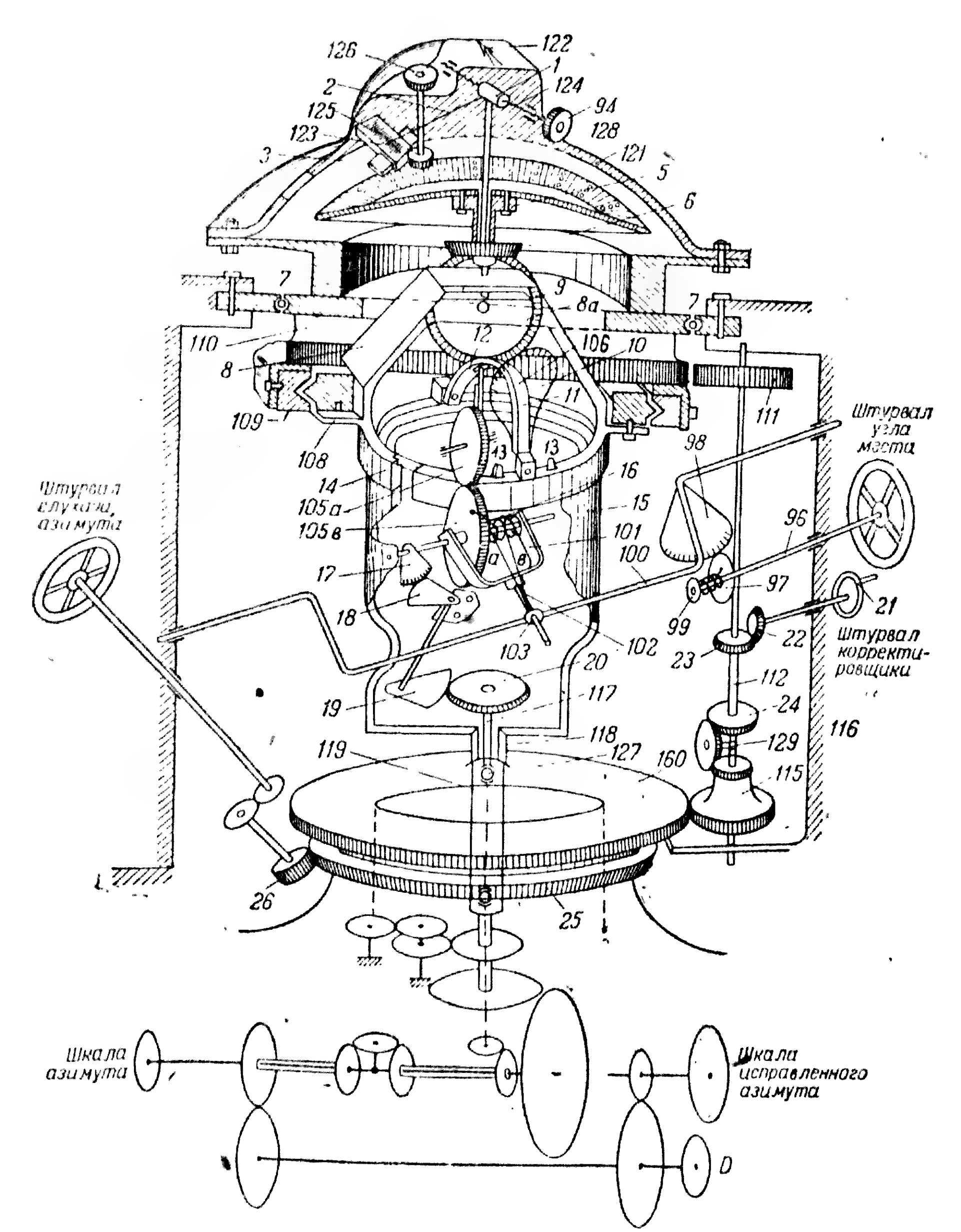


Рис. 118. Принципиальная схема корректора «Электроакустик» типа Ортогном:

1—ползун шкалы скорости цели; *2*—стрелка шкалы скорости цели; *3*—рейка; *4*—вертикальный валик; *5*—фланец цветного диска; *6*—коническая зубчатка; *7*—шарики; *8*—чёрная дуга; *9*—коническая зубчатка; *10*—конический сектор; *11*—латунная дуга; *12*—ползун латунной дуги; *13*—упоры; *14*—кольцо чаши; *15*—чаша; *16*—пружинное сцепление; *17*, *18* и *19*—конические секторы; *20*—коническая зубчатка; *21*—штурвал корректировщика; *22* и *23*—коническая пара; *24*—коническая зубчатка; *25* и *26*—коническая пара; *94*—маховичок шкалы скорости цели; *96*, *97*, *98* и *99*—привод угла места; *100*—акустическая дуга (синяя); *101*—оптическая дуга (жёлтая); *102*—поводок дуги; *103*—шарнирное соединение; *105*—цилиндрическая пара; *108* и *109*—подшипник кольца чаши; *110* и *111*—цилиндрическая пара; *112*—вертикальный валик; *115*—цилиндрическая зубчатка; *116*—корпус прибора; *117*—нижний вертикальный валик; *118* и *119*—обоймы валика; *121*—крышка корректора; *122*—указатель курса; *123*—шкала скорости цели; *124*—винт ползуна; *125*—шкала скорости звука; *126*—маховичок шкалы сиорости звука; *127*—шарнир; *128*—цветной диск; *129*—диференциал.

диск *128*, который посредством винтов соединен с фланцем *5* и через него с конической шестерней *6* и всегда вращается вместе с последней. Большой диаметр этого диска позволяет заметить малейшее вращение его.

Обод с цилиндрической шестернёй *110* вращается в шарикоподшипнике *7*, внешняя обойма которого закреплена в корпусе корректора (колонне). Цилиндрическая же шестерня этого обода сцеплена с другой цилиндрической шестерней *111*, которая приводится во вращение от штурвала корректировщика. Кроме того, на этой цилиндрической шестерне *110* снизу жёстко крепятся направляющие планки *109*, в пазах которых скользят салазки *108* для перемещения чаши *104*.

На чаше *104* смонтирована чёрная дуга *8*, в верхней части которой имеется отверстие, куда свободно входит поводок *4*, так что он может всю чашу передвигать вместе с салазками *108*. Вдоль направляющих *109* имеющееся на чёрной дуге в верхней части раздвоение позволяет на второй полочке *108а* закрепить коническую шестерню *9*, которая входит в зацепление с одной стороны с конической шестерней *6* и с другой — с зубчатым сектором *10*. Зубчатый сектор *10* закреплён на латунной дуге *11*, которая имеет по своей длине паз, в котором скользит ползун *12*. Кроме того, латунная дуга *11* своими концами сидит в выступах колена чаши и может вращаться вокруг своей оси (наклоняться), а вместе с чашей и иметь поступательное движение вдоль направляющих планок. На кольце укреплены два ограничителя *13*, которые ограничивают наклон зубчатого сектора *10*, а значит и латунной дуги *11*. В ползунке *12* имеется отверстие, куда свободно входит палец, который может вращаться в ползунке и одновременно ведёт ползунок по пазу латунной дуги *11*, наклоняя её, а вместе с ней и зубчатый сектор *10*. Палец прочно закреплён на одной из плоскостей цилиндрической шестерни *105а*, которая вращается вокруг оси, закреплённой в кожухе *15*. Этот кожух имеет независимое от чаши вращение, хотя он и висит на кольце чаши.

С шестерней *105а* сцеплена другая шестерня *105в*, посаженная на одну и ту же ось с оптической жёлтой дугой *101*. Шестерня соединена с этой дугой при помощи пружинящего сцепления *16*, которое предохраняет механизм от поломки при малых углах места; при этом пружина начинает скручиваться и этим смягчается удар.

Оптическая дуга *101* имеет пространственный указатель *102*, другой конец которого входит в шарнирное соединение *103* акустической синей дуги *100*.

На оси оптической дуги сидит зубчатый сектор *17*, который сцеплён с другим зубчатым сектором *18*, а этот последний через валик соединён с зубчатым сектором *19*, соединённым в свою очередь с конической шестернёй *20*.

Акустическая (синяя) дуга *100* укреплена своими концами непосредственно в стенках колонки и вращается в шарикоподшипниках. К ней прикреплён зубчатый сектор *98*, который сцепляется с конической шестерней *97* и которая, в свою очередь, через пружинящее сцепление *99* соединена с передаточным валом привода угла места *96*. Это пружинящее сцепление предохраняет механизм от чрезмерного

увеличения угла места (пружина скручивается). Штурвал корректировщика *21* посредством валика соединён с конической шестерней *22*, которая вращает коническую шестерню *23*, пустотелый валик *112* и коническую шестерню *24*, служащие для установки корректора.

Диференциал *129* служит для установки корректора. Обегающая коническая шестерня диференциала связана с осью, которая на одном своём конце несёт шестерню *111*, а другой её конец, проходя свободно цилиндрическую шестерню *115*, вращается в корпусе корректора.

Цилиндрическая шестерня *115* сцеплена с шестерней *160*, укреплённой непосредственно на цоколе, служит для исключения влияния вращения звукопеленгатора на установку корректора. На цоколе же неподвижно крепится и коническая шестерня *25*, вокруг которой обегает шестерня *26* привода азимута и тем самым поворачивает всю колонку, а значит и акустическую часть звукопеленгатора (рис. 85) в азимуте.

Коническая шестерня *20* вращает передаточный вал *117* в угле места, другой конец этого вала присоединён к кардану *126* внутренней скользящей трубы. Эта труба снова оканчивается карданом (угол места), и вращение передается снова на передаточный валик, а затем через систему конических шестерён и диференциал на датчик и шкалу угла места. Азимут же передаётся через вращение всего кожуха *15*, через наружный передаточный валик *118* на кардан *119* и далее через наружную скользящую трубку, передаточный валик и систему шестерён на датчик и шкалу азимута.

Работа корректора происходит следующим образом. Вращая штурвал азимута, слухач заставляет коническую шестерню *26* обегать вокруг неподвижной шестерни *25* и заставляет тем самым вращаться всю колонку, а вместе с ней и акустическую (синюю) дугу по азимуту. При этом шестерня *115* также обегает вокруг шестерни *25* и при неподвижном штурвале *21* корректировщика передаёт свое вращение на шестерню *111* и далее на обод и шестерню *110*.

Цилиндрическая шестерня *110*, связанная через салазки с дугой *8* и кольцом чаши, повернёт дугу и кольцо на тот же угол, а вместе с кольцом повернётся и латунная дуга *11*. Если угол места не меняется, то палец также не меняет своего положения и тогда дуга *11* при вращении звукопеленгатора в азимуте будет наклоняться и этим самым вращать цветной диск.

При дальнейшем вращении звукопеленгатора наклон дуги может измениться на обратный, и цветной диск будет вращаться в обратную сторону. Естественно, что перед тем как сменить своё вращение на обратное, диск должен перейти «мертвую» точку, т. е. некоторое время он должен стоять по отношению к диску *121* неподвижно. Это, очевидно, будет тогда, когда ползун *12* с входящим в него пальцем будет скользить по пазу латунной дуги *106* и не вызывать её наклона, и таким образом скорость вращения диска с окнами *121* будет равна скорости вращения цветного диска. Вместе с цилиндрической шестерней на ободе *110* будет вращаться и диск с окнами и указателем курса.

Если поставить на звукопеленгаторе большой угол места (90°) так, чтобы палец входил в середину дуги *106*, то при вращении в ази-

муте дуга *106* наклоняться не будет, следовательно, не будет вращаться вокруг своей оси шестерня *9* (она будет вращаться вместе с чёрной дугой *8*, поскольку на ней укреплена), и поэтому будет увлекать своими зубцами, входящими в зацепление с шестерней *6*, во вращение со скоростью, равной скорости вращения дуги *8* и кольца. Следовательно, диск должен вращаться с равномерной скоростью.

Вращая штурвал угла места (азимут не меняется), мы вращаем через пружинящее сцепление *99* и шестерню *97* зубчатый сектор *98*, а вместе с ним и акустическую дугу. Эта последняя будет наклонять оптический указатель *102*, который передаст свое движение через пружинящее сцепление *16* и шестерню *105* на палец. Палец, имея наклон только в определённой плоскости, будет наклонять дугу *106* и вращать цветной диск с равномерной скоростью при неподвижном диске с окнами.

Вращая только штурвал корректировщика, вращение передаётся через диференциал *129* на цилиндрические шестерни *111* и *110*, а затем на дугу *8* с кольцом. Тогда же начинает вращаться вместе с кольцом и латунная дуга *106* (*11*).

Если установить при этом угол места, равный 90°, то палец будет стоять посредине дуги *106* и очевидно не воспроизведёт наклона зубчатого сектора *10*. Поэтому вращение кольца и дуги *8* полностью передается конической шестерне *6* и цветному диску *128*.

Если угол места достаточно мал и палец упирается в латунную дугу *106* далеко от ее середины, то при вращении штурвала корректировщика, а значит и при вращении кольца с латунной дугой *106* может получиться так, что латунная дуга, наклоняясь до упора, сама затем будет увлекать палец, а вместе с ним цилиндрическую шестерню *105* и весь кожух *15*, поворачивая его вокруг валика *117*, причём размах этого поворота зависит от величины установленной скорости цели.

Перед работой на звукопеленгаторе корректировщик высчитывает скорость звука с учётом температуры воздуха, затем ставит скорость цели согласно определённому типу самолёта и этим самым сдвигает всю чашу с оптическим указателем параллельно курсу цели в другое положение, а второй отрезок *в*, показывающий оптическое направление на цель, сдвигается по отношению к первому акустическому отрезку *а* на некоторый угол, т. е. середина оптической дуги сдвигается относительно середины акустической дуги. Для того чтобы отрезок показывал действительное оптическое направление на самолёт, его нужно поставить в плоскость подслушивания, для чего и служит штурвал корректировщика.

Штурвал корректировщика нужно вращать до тех пор, пока оптическая часть круга *106* при изменяющихся азимуте и угле места не станет в плоскости подслушивания (плоскость полёта)[1], а ползун и палец, скользя по пазу оптической части круга *106*, не вызовут его наклона. Тогда не будет относительного перемещения цветного диска по отношению к диску с окнами.

[1] Плоскость подслушивания или, что то же, плоскость крыши или плоскость, образующая угол крыши, о котором упоминалось ранее, используется и в корректоре «Сперри» типа М-2.

Для того чтобы добиться параллельности оптической части круга с плоскостью подслушивания, нужно штурвал корректировщика вращать так, чтобы диск с окнами *121* вращался в том же направлении, в котором вращается цветной диск *128*. Тогда цветной диск остановится и правильный курс цели установлен; значит, второй отрезок, показывающий оптическое направление, будет лежать в плоскости полёта, т. е. он повернется как по азимуту, так и по углу места и этот поворот через поворот кожуха и зубчатых секторов будет подан на передаточные валики и далее на датчики и шкалы.

Корректировщик держит цветной диск неподвижным всё время и при изменении курса цели.

Для исключения азимутального вращения, которое вводится в корректор при вращении звукопеленгатора вокруг его вертикальной оси, через цилиндрическую шестерню *115* включён промежуточный дифференциал, который при установке корректора исключает влияние азимута через цилиндрические шестерни *110* и *111*.

Белая стрелка-указатель должна быть всегда параллельна курсу ведомого самолёта.

Скорость звука в зависимости от температуры воздуха для установки на корректоре подсчитывается по формуле (59).

Сравнительная оценка корректоров различных типов не может быть здесь дана полностью, но тем не менее можно указать, что новые корректоры «Сперри», «Герц», «Электроакустик» и др., действующие по принципу пространственного построения, более совершенны, так как, во-первых, позволяют более точно решать формулы поправок, а во-вторых, в этих корректорах исходными данными является скорость цели, которая может быть определена по звуку более точно, чем высота полёта или наклонная дальность до цели.

ГЛАВА X

ПЕРЕДАЧА ИСПРАВЛЕННЫХ ДАННЫХ ЗВУКОПЕЛЕНГАТОРА НА ПРОЖЕКТОР

34. Системы синхронной передачи на постоянном токе

Звукопеленгатор в большинстве современных систем «Прожзвук» находится на расстоянии 50 — 200 м от прожектора, чтобы шум последнего, а также и шум прожекторного агрегата не мешал работе слухачей. Кроме того, желательно удалять наблюдателей от прожектора для улучшения условий видимости целей, освещённых прожектором. Отсюда возникает необходимость в специальных устройствах и приспособлениях, обеспечивающих передачу исправленных данных от корректора на прожектор для наводки его на объект освещения до открытия луча. Существует несколько способов передачи как самых простых, так и довольно сложных. Наиболее распространёнными из них являются:

1) передача исправленных азимута и угла места от корректора на прожектор голосом или по телефону;

2) передача при помощи механических систем управления;

3) передача при помощи систем сигнальной или индикаторной синхронной связи;

4) передача при помощи систем силовой синхронной связи.

Передача данных голосом или по телефону имеет тот существенный недостаток, что требует много времени на снятие данных, на передачу их на прожектор, на принятие их наводчиком прожектора и на выполнение операции наводки по ним.

При действии по быстро перемещающимся воздушным целям, конечно, такой способ совершенно неприменим.

Передача при помощи механических систем управления (тросы, штанги и т. п.) также не может дать удовлетворительного решения, так как не позволит значительно удалить наблюдателя от прожектора и не обеспечит надлежащей точности и надёжности.

Способов сигнальной синхронной передачи существует несколько, и они находят себе применение в некоторых системах «Прожзвук», но чаще всего наряду с силовой синхронной передачей.

Сигнальные или индикаторные системы синхронной передачи не вполне удовлетворяют всем требованиям, так как имеют следующие основные недостатки: во-первых, они не позволяют сократить до минимума время, необходимое для наводки прожектора по данным корректора; во-вторых, они не обеспечивают необходимой точности и надёжности самой наводки; в-третьих, они в большинстве не рассчитаны на производство поиска цели лучом прожектора от поста дистанционного электрического управления, а это крайне необходимо ввиду того, что звукопеленгатор определяет направление на самолёт неточно; в-четвёртых, они не дают уверенности в постоянном синхронизме поведения звукопеленгатора и прожектора за время с момента обнаружения самолета по звуку до момента освещения его лучом.

Вследствие этого для зенитных прожекторов в настоящее время более широко используют сложные системы силовой синхронной передачи.

Рассмотрим здесь систему силовой синхронной связи на постоянном токе, принятую на наших системах «Прожзвук-1», состоящих из прожектора З-15-3 и звукопеленгатора ЗТ-3.

Эта система синхронной связи состоит из двух дающих ключей особой конструкции на корректоре, соединенных через двенадцатижильный кабель с двумя синхронными моторами на посту управления, двух дающих ключей такого же типа на посту управления, соединённых через двенадцатижильный кабель с двумя синхронными моторами на прожекторе, и двух сервомоторов там же. Следовательно, основными элементами этой системы силовой синхронной передачи являются: дающие ключи, принимающие синхронные моторы и сервомоторы.

Рассмотрим устройство и принцип действия этих элементов применительно к синхронной передаче одного угла, т. е. азимута или угла места. Дающий ключ (рис. 119) является механическим преобразователем постоянного тока в переменный, трехфазный ток с переменной частотой от 0 до некоторой величины. Ключ состоит из станины и коммутатора вращающихся в станине подобно ротору в моторе

переменного тока. Коммутатор собирается из двух сегментообразных металлических деталей 3, разъединенных между собой изоляцией 4. В собранном виде коммутатор имеет вид цилиндра, у которого имеются токопроводящие поверхности, каждая по 150°, и поверхность изоляции между ними по 30°. Каждый токопроводящий сегмент имеет

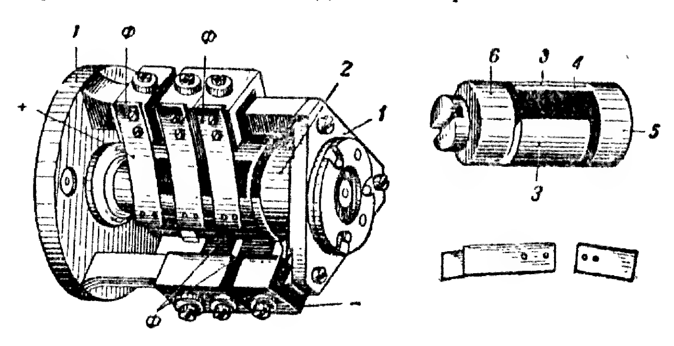


Рис. 119. Дающий ключ «Сперри»:

1—корпус ключа; 2—стойки корпуса; 3—ротор ключа; 4—изоляционная прослойка; 5—положительная пластина; 6—отрицательная пластина; Ф—щётки.

кольцо к которому подводится питание ключа постоянным током. На станине ключа укреплены неподвижно щётки, которые скользят при вращении коммутатора по его поверхности:

а) две щетки, питающие коммутатор постоянным током (+) и (—);

б) шесть фазовых щёток, расположенных попарно (по две на каждую фазу) под углом 120° и снимающих ток с коммутатора; от этих трёх пар щёток токи подаются в фазы принимающего синхронного мотора.

При вращении коммутатора его токонесущие сегменты будут всегда находиться под одним и тем же напряжением 70 в; таким образом к одному сегменту ток будет всегда притекать, а от другого уходить. Поэтому фазовые щётки, расположенные под углом 120°, при вращении коммутатора будут находить то на сегмент, к которому ток притекает, то на сегмент, от которого ток утекает. Следовательно, в фазовых щётках направление тока будет периодически меняться.

Если коммутатор ключа вращать в направлении, указанном на рис. 120 стрелкой, то при каждом повороте на 30° положение коммутирующих щёток относительно токонесущих сегментов будет меняться, а вместе с этим будет меняться и полярность щёток. Если принять сопротивление каждой фазы за R и обозначить ток в фазах через I_1, I_2 и I_3, а напряжение через U, то при положении щёток, указанном на рис. 120, вторая и третья фазы оказываются подклю-

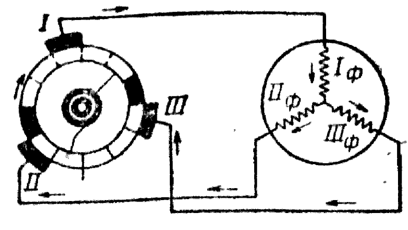


Рис. 120. Принцип действия дающего ключа.

ченными к источнику питания параллельно, а первая фаза подключена к ним последовательно.

Общее сопротивление такой цепи будет:

$$R + \frac{R}{2} = \frac{3}{2} R. \qquad (101)$$

Следовательно, ток в первой фазе будет:

$$I_1 = \frac{U}{3/2R} = \frac{2}{3} \cdot \frac{U}{R}. \qquad (102)$$

Токи во второй и третьей фазах будут одинаковы и равны половине тока первой фазы, т. е. $I_2 = I_3 = \frac{1}{3} \cdot \frac{U}{R}$. При следующем положении щёток (повёрнутых на 30° в сторону стрелки) изменится полярность только у третьей щётки, так как она с минусовой стороны барабана перейдёт на изоляцию, и цепь между ключом и мотором в этом месте разорвется. В этом случае схема будет иметь две последовательно соединённых фазы, каждая с сопротивлением R. Общее сопротивление цепи будет $2R$, а токи в фазах будут

$$I_1 = I_2 = \frac{U}{2R}; \quad I_3 = 0. \qquad (103)$$

Продолжая рассматривать таким же образом изменения токов при дальнейших поворотах ключа до его полного оборота, получим следующую таблицу изменения тока в фазных линиях по направлению и по величине (табл. 7 на стр. 174).

Из приведённой таблицы видно, что каждая фаза статора синхронного мотора, присоединённая к соответствующей щётке ключа, будет создавать магнитное поле соответственно току в ней, а все три фазы создадут переменное магнитное поле. Взаимодействие этого магнитного поля с постоянным полем ротора приведёт последний во вращение. Но так как частота результирующего магнитного поля в фазах статора будет зависеть от количества замыкания на ключе в секунду, то и число оборотов синхронного мотора будет в точности соответствовать числу оборотов ключа; частота в этом случае может быть выражена как

$$f = \frac{P_{кл}\, n_{кл}}{60} = \frac{P_{мот}\, n_{мот}}{60}, \qquad (104)$$

где $P_{кл}$ и $P_{мот}$ — число пар полюсов ключа и мотора (здесь у ключа $P_{кл} = 1$, у мотора $P_{мот} = 2$);

$n_{кл}$ и $n_{мот}$ — число оборотов ключа и мотора (очевидно, здесь $n_{кл} = 2\, n_{мот}$).

Таким образом, за один оборот ключа ротор мотора сделает пол-оборота.

В качестве принимающего синхронного мотора здесь применён реактивный четырёхполюсный синхронный мотор, т. е. такой мотор, у которого на роторе нет обмотки возбуждения и число оборотов которого синхронно частоте переменного тока. Обмотка статора имеет три фазы, соединённые в звезду. Ротор состоит из алюминиевой обоймы специальной формы, на которую укладываются железные пластинки, прижимаемые к обойме ротора алюминиевыми накладками.

Таблица 7

Поворот ключа от нулевого положения	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	360°
I фаза	$\frac{2U}{3R}$	$\frac{U}{2R}$	$\frac{U}{3R}$	0	$-\frac{U}{3R}$	$-\frac{U}{2R}$	$-\frac{2U}{3R}$	$-\frac{U}{2R}$	$-\frac{U}{3R}$	0	$\frac{U}{3R}$	$\frac{U}{2R}$	$\frac{2U}{3R}$
II фаза	$-\frac{U}{3R}$	$-\frac{U}{2R}$	$\frac{2U}{3R}$	$-\frac{U}{2R}$	$-\frac{U}{3R}$	0	$\frac{U}{3R}$	$\frac{U}{2R}$	$\frac{2U}{3R}$	$\frac{U}{2R}$	$\frac{U}{3R}$	0	$-\frac{U}{3R}$
III фаза	$-\frac{U}{3R}$	0	$\frac{U}{3R}$	$\frac{U}{2R}$	$\frac{2U}{3R}$	$\frac{U}{2R}$	$\frac{U}{3R}$	0	$-\frac{U}{3R}$	$-\frac{U}{2R}$	$-\frac{2U}{3R}$	$-\frac{U}{2R}$	$-\frac{U}{3R}$

Железные пластинки образуют в массе ротора магнитопроводы. Вследствие этого наружная поверхность ротора (цилиндрическая) имеет железные поверхности (магнитные), чередующиеся с алюминиевыми (немагнитными), и ротор получает искусственную полярность.

За полный оборот дающего ключа ротор будет иметь 24 фиксированных положения. Для уменьшения искрообразования на ключе в момент перехода щёток с одного сегмента на другой параллельно фазным линиям включаются ёмкости. В системе силовой синхронной передачи на постоянном токе в этом случае связаны между собой корректор звукопеленгатора с постом управления и пост управления с прожектором. Пост управления здесь необходим для независимого от звукопеленгатора светового поиска и для независимого сопровождения цели лучом прожектора. Обе эти операции выгоднее производить на некотором удалении от прожектора при помощи поста дистанционного электрического управления.

В корректоре имеются два дающих ключа, которые приводятся во вращение в результате работы наблюдателей (слухачей) звукопеленгатора штурвалами привода акустической системы и введения поправок в акустические азимут и угол места.

На расстоянии 60 м от звукопеленгатора устанавливается пост управления, на котором с одной стороны имеются два принимающих синхронных мотора. При повороте дающих ключей азимута и угла места на корректоре на некоторые исправленные углы на посту управления повернутся роторы принимающих синхронных моторов и повернут соединённые с ними кольцевые шкалы, снабжённые индексами. С другой стороны, здесь на посту управления имеются ещё два дающих ключа точно такой же конструкции, которые могут приво-

диться во вращение от имеющихся штурвалов. Для того чтобы дающие ключи поста управления повернуть на заданные углы, имеются ещё две кольцевые шкалы, расположенные концентрично внутри шкал звукопеленгатора. Таким образом, поворот ключей здесь должен сопровождаться поворотом внутренних шкал и задача стоящих на посту управления наблюдателей будет сводиться к тому, что они должны совмещать индексы обеих кольцевых шкал азимута и угла места и тем самым передавать на прожектор исправленное направление на самолёт.

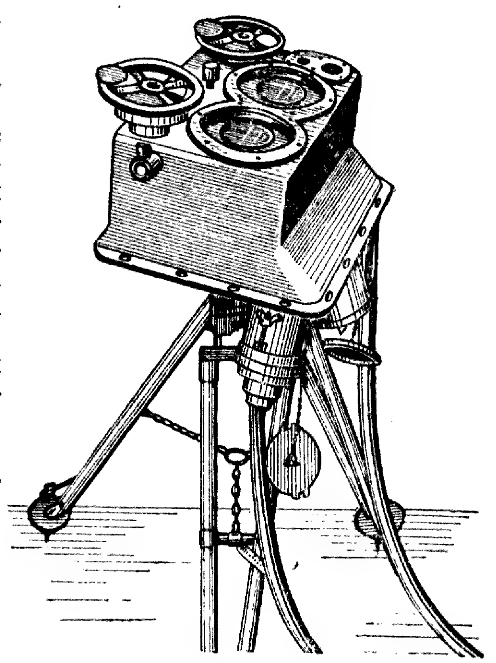


Рис. 121. Пост управления «Прожзвук-1».

Пост управления (рис. 121) представляет собой литую алюминиевую коробку, внутри которой размещены два дающих ключа, два синхронных мотора, контактные устройства и соответствующие зубчатые передачи от штурвалов к ключам и внутренним шкалам. Коробка в нижней части имеет муфты для присоединения кабелей, идущих от корректора и от прожектора, и устанавливается на прочную металлическую треногу. Шкалы видны в круглые окна на верхней крышке коробки, на которой также расположены штурвалы наводки прожектора и кнопки для включения поста и для сигнализации на корректор и на прожектор. Шкалы корректора изнутри освещаются лампочками накаливания. Коробка поста для транспортировки отделяется от треноги и укладывается в ящик на прицепке звукопеленгатора.

На прожекторе имеются два принимающих реактивных синхронных мотора, связанных с дающими ключами поста. Однако эти синхронные моторы развивают вращающий момент не более 125 г/дм, что, конечно, недостаточно для того, чтобы поворачивать прожектор, приводя в действие механизмы его вращения. Поэтому синхронные моторы выполняют здесь промежуточные функции — они сдвигают из-под полюсов щётки двух силовых моторов постоянного тока (сервомоторов), сочленённых с механизмами вращения прожектора по азимуту и углу места.

Механическая связь синхронного мотора с сервомотором принципиально выполнена следующим образом. Синхронный мотор *1* (рис. 122) при своём вращении через зубчатую пару приводит во вращение шестерню *a* диференциала *3*. Так как другая шестерня диференциала *в* в это время неподвижна, то шестерня *c* начинает обкатываться по ней и увлекает за собой траверзу *4*, в результате чего щётки на коллекторе силового мотора *5* выходят из-под полюсов, и он

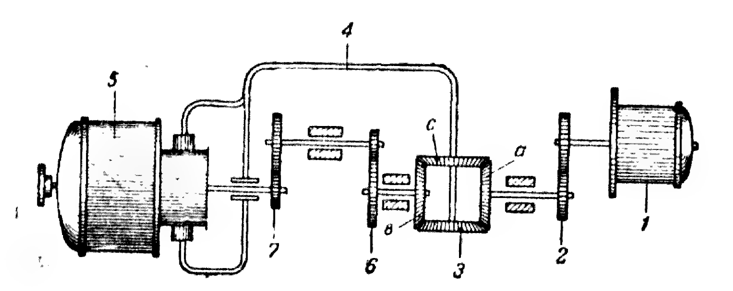


Рис. 122. Схема сочленения сервомотора с синхронным мотором:

1—синхронный мотор; 2—цилиндрическая пара; 3—диференциал; 4—траверза; 5—сервомотор; 6 и 7—цилиндрические пары; a, в, c—шестерни диференциала.

начинает вращаться. Силовой мотор 5 является обыкновенным четырёхполюсным мотором постоянного тока с последовательным возбуждением, работающим при напряжении в 35 в. Мощность его при силе тока в 6,5 а и к. п. д. 0,3 ÷ 0,4 на валу равна 100 вт (момент около 0,2 кгм).

Характерной особенностью этого мотора является то, что его щётки могут передвигаться по окружности коллектора. Благодаря такому устройству этот мотор (его обычно в системе привода называют сервомотором), находясь под током, может или вращаться или стоять, в зависимости от того, где находятся его щётки. Если щётки находятся строго под полюсами, мотор стоит, так как взаимодействие магнитных полей обмотки возбуждения и обмотки якоря создаёт в этом случае две пары сил, равных по величине и противоположного направления. Но как только щётки выйдут из-под полюсов, равенство этих сил нарушается, и якорь пойдёт в ту сторону, куда его будет увлекать большая пара. Очевидно, что максимум оборотов сервомотора будет при положении щёток на нейтрали. Сдвигая щётки в ту или иную сторону из-под полюсов, можно заставить якорь вращаться в том или ином направлении. Таким образом, сторона вращения якоря определяется стороной сдвига щёток, скорость вращения—величиной этого сдвига. При своём вращении сервомотор 5 (рис. 122) начинает через зубчатые пары 6 и 7 вращать шестерню b диференциала 3, заставляет шестерню c обкатываться по шестерне a в обратном направлении и тем самым возвращает траверзу 4, а вместе с ней и свои щётки в первоначальное положение.

Передача от сервомотора на диференциал рассчитана таким образом, чтобы в тот момент, когда прожектор повернётся сервомотором на угол, равный по величине и направлению углу поворота шкал звукопеленгатора на посту управления, траверза со щётками возвратится в первоначальное положение, т. е. щётки снова встанут под полюсы и сервомотор остановится. При непрерывном вращении ключа на посту управления происходит непрерывное забрасывание щёток сервомотора, и прожектор следует за движением штурвалов, так как скорость забрасывания щёток сравняется со скоростью их обратного движения через диференциал от сервомотора. При изменении скорости вращения штурвалов сервомоторы (азимута и угла места) снова подберут самостоятельно соответствующую угловую скорость, при которой щётки вновь установятся неподвижно или же будут двигаться в ту или иную сторону, в зависимости от разности скоростей вращения синхронного мотора и сервомотора. Так как передаточное отношение от звукопеленгатора на ключ корректора равно $^1/_{300}$ и отношение от сервомотора на прожектор $^1/_{300}$, то повороту ключей на 30° соответствует поворот звукопеленгатора и прожектора на 0,1°. Эту величину и можно считать за меру точности синхронной передачи, если не учитывать ошибки на совмещение индексов на корректоре и посту управления.

Для того чтобы на дающих ключах поста управления нельзя было достичь недопустимых ускорений, в конструкции поста управления предусмотрено следующее: во-первых, штурвалы соединены с ключами через фрикционные приспособления, благодаря чему при резком повороте штурвалов ключи, вследствие проскальзывания трущихся дисков фрикционок, не получают резкого поворота. Нажатие дисков фрикционок может быть отрегулировано так, что при проскальзывании трение будет всё же достаточным для того, чтобы ключ

получил определённое допустимое ускорение, которое может развить серво-мотор при повороте прожектора, чтобы успеть отработать заброшенную синхронным мотором траверзу. Во-вторых, для поглощения инерции вращения при остановке на оси ключей посажены маховые массы, которые сообщают им некоторую инерцию, эквивалентную инерции прожектора и якоря серво-мотора.

Эта система синхронной связи требует начальной ориентировки звукопеленгатора, корректора, поста управления и прожектора и её синхронизации при размещении всех элементов на позиции. Под ориентировкой и синхронизацией следует понимать установку акустической оси звукопеленгатора и оптической оси прожектора параллельно друг другу, по тому направлению, от которого в дальнейшем будут отсчитывать азимут, производить установку всех вводных данных на корректоре и согласование отсчётов на шкалах корректора, поста управления и лимбах прожектора. С этой целью в цепи дающих ключей на корректоре и на посту управления имеются сигнальные лампы, а на прожекторе особого рода нулевые контакторы.

Когда звукопеленгатор наведён по линии начального визирования при помощи визирной трубки, установленной на его лире, необходимо, чтобы нуль шкалы азимута на корректоре стоял против неподвижного индекса. Когда он установлен, то при вращении штурвала корректора загорается сигнальная лампочка. При установке нуля на лимбе угла места звукопеленгатора загорается вторая сигнальная лампочка. После этого устанавливаются нули на шкалах грубого и точного отсчётов вводимых поправок на корректоре (шкалы *3* и *4* на рис. 93), поворачивая непосредственно за стрелку шкал точного отсчёта. После этого, освобождая стопорные гайки шкал исправленных углов (*7* — *8*), устанавливают их на нули и закрепляют. Однако сигнальные лампочки на корректоре загораются только в том случае, если одновременно шкалы звукопеленгатора на посту управления будут установлены своими индексами под неподвижный индекс, помещенный на внутренней стороне верхней крышки поста под стеклом. Таким образом лампочки сигнализируют о согласовании нулей и синхронизации корректора и поста управления. Прожектор наводится вручную в направлении начальной ориентировки, затем механизмы наводки переключаются на моторный привод и после этого при проворачивании лимба азимута так, чтобы его нуль стоял против неподвижного индекса, от контактора азимута замыкается цепь сигнальной лампы азимута на посту управления. При установке оптической оси прожектора горизонтально от вертикального контактора загорается сигнальная лампа угла места на посту. Шкалы прожектора на посту управления могут вращаться независимо от ключей теми же штурвалами, для чего необходимо нажатием особых кнопок разъединить сцепление шкал с ключами. Этим вращением индексы шкал прожектора при ориентировке подгоняются к индексам шкал звукопеленгатора, занимающим нулевое положение. Таким образом, в дальнейшем всякий раз, как прожектор будет проходить через нулевое положение, на посту управления будут загораться лампочки.

Горизонтальный контактор состоит из двух частей: латунного диска, установленного на верхнем обрезе центрального штыря, и крышки, закрывающей отверстие в лире, приходящееся как раз против латунного диска. На диске установлены две контактные пластинки, на которые при вращении верхней крышки контактора набегает выступ, замыкающий контакт в цепи питания сигнальной лампочки. Вертикальный контактор установлен на боковой стороне правой стойки лиры за коробкой измерительных приборов и устроен следующим образом. Внутри коробки установлены две контактные пластинки — одна неподвижно, другая на подвижной оси, выступающей из коробки в сторону зубчатого сектора. Последняя при определённом положении зубчатого сектора отклоняется изогнутыми пластинками, укреплёнными на секторе, и замыкает цепь сигнальной лампы. Когда все лампы на корректоре и посту управления горят, оси прожектора и звукопеленгатора параллельны, ориентировка и синхронизация системы закончены.

Эта система синхронной передачи позволяет наводить прожектор непрерывно по поступающим данным с корректора; однако она имеет некоторые недостатки. Основной из недостатков — неустойчивость синхронизма, которая требует очень плавной наводки звукопеленгатора и работы на посту управления, что не всегда возможно соблюдать.

Нарушение синхронизации происходит вследствие того, что сервомотор в силу инерции его якоря и масс прожектора при некоторых условиях не может сообщить прожектору требуемого ускорения. В результате щётки доходят до ограничителя в диске траверзы, упираются в него и останавливают синхронный мотор, не позволяя ему следовать за шкалой поста управления.

При уменьшении скорости синхронный мотор опять начинает работать, точно отражая углы и скорости, задаваемые ключом поста управления; однако прожектор не будет иметь углов, считаемых от линии начального визирования, равных таким же углам поворота шкалы на посту управления, т. е. синхронизм при остановке синхронного мотора был уже нарушен. Момент выпадания из синхронизма можно легко заметить по характерному удару стопора траверзы на сервомоторе у прожектора или же по характерному «дёрганью» луча прожектора и нарушению его плавного хода. Несмотря на принятые меры (специальное сцепление штурвалов поста с ключами и пр.), всё же явление выпадания из синхронизма довольно часто имеет место и чтобы восстановить систему, необходимо потратить до трёх и более минут с проверкой ориентировки.

Вторым существенным недостатком системы является отсутствие обратного контроля за поворотом прожектора на посту управления. Поэтому у наблюдателей на посту нет уверенности в том, что система синхронизирована в каждый данный момент, так как совпадение индексов на шкалах об этом еще не свидетельствует. Недостатки этой системы были быстро подмечены, и сразу же вносились некоторые изменения в пост управления, так что выпадание из синхронизма было устранено для довольно широких пределов скоростей вращения прожектора. Однако это не решило вопроса окончательно, и поэтому фирма «Сперри» в 1927 г. выпускала зенитные прожекторы, оборудованные новой системой силовой синхронной передачи с применением постоянного и переменного тока.

35. Системы синхронной передачи на постоянном и переменном токе

Эта система синхронной передачи является уже самосинхронизирующейся, причём шкалы на посту управления вместо того, чтобы указывать только положение осей звукопеленгатора и прожектора, указывают и разность между ними в угловых величинах. Когда нули всех шкал совпадают, оси прожектора и оси вращения звукопеленгатора по своему положению в пространстве ориентированы надлежащим образом. Так как здесь вся связь, как и в первом случае, является сдвоенной, т. е. состоящей из однотипных приборов для наводки прожектора по азимуту и углу места, то рассмотрим лишь одну линию передачи.

Синхронная передача на переменном токе применяется для связи корректора с постом управления и для обратного контроля от прожектора на пост управления. Основными элементами такой передачи являются принимающий и дающий моторы. Оба эти мотора напоминают собой асинхронные моторы однофазного переменного тока. На рис. 123 приведена электрическая схема соединения мотора-датчика с мотором-приемником. Оба мотора (дающий и принимающий) имеют одну пару явно выраженных полюсов с простой однофазной обмоткой. Роторы имеют по 12 зубцов и несут трехфазную обмотку, соединённую в звезду с концами, выведенными на контактные кольца ротора. Обмотки полюсов статоров обоих моторов присоединяются параллельно к общему источнику переменного тока. Три фазы обмоток роторов моторов замкнуты между собой, как показано на рис. 123. При включении тока в цепь этих моторов роторы их займут вполне определенное

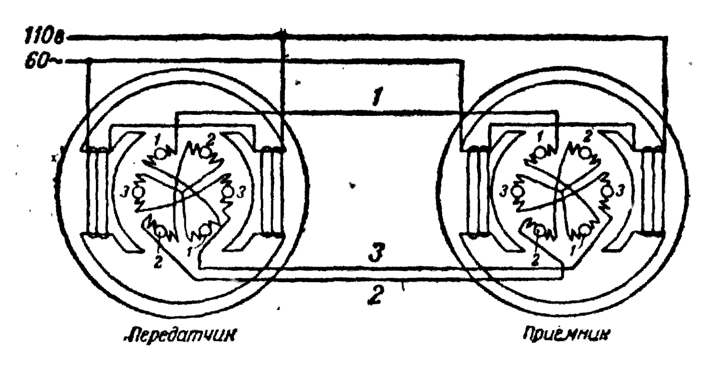


Рис. 123. Электрическая схема механизма обратного контроля.

и одинаковое положение в пространстве по отношению к обмоткам статоров. Это обстоятельство обусловливается уравновешенностью электродвижущих сил, возникающих в обмотках роторов под действием пульсирующих потоков возбуждения. При идентичности дающего и принимающего в электрическом отношении и при одинаковом положении их роторов по отношению к обмоткам возбуждения электродвижущие силы в цепях роторов будут одинаковы. В проводниках, соединяющих роторные обмотки двух моторов, эти электродвижущие силы будут создавать токи, направленные противоположно друг другу, а так как и они будут одинаковыми, то никаких угловых перемещений (вращений) роторы не получат.

Так как фазы роторов дающего и принимающего включены параллельно, то эти токи взаимно компенсируются, будучи равными между собой по величине. При отсутствии же тока в роторной цепи моторов система будет находиться в равновесии.

Иное положение наступит, если ротор дающего внешними усилиями будет повёрнут на некоторый угол. В этом случае индуктированные электродвижущие силы в роторах дающего и принимающего получат различие по фазе, что вызовет уравнительный ток в проводниках цепи роторов. Этот уравнительный ток создаст магнитный поток реакции ротора в обоих моторах. Взаимодействие потока реакции ротора с потоком возбуждения будет стремиться повернуть какой-либо ротор до момента исчезновения магнитного потока реакции. А так как ротор дающего, заторможенный внешними усилиями, повернуться не может, то должен повернуться ротор принимающего. В результате воздействия потока реакции ротора принимающего с магнитным потоком возбуждения статора появится момент вращения, который будет поворачивать ротор принимающего в сторону поворота дающего на такой же угол, на какой был повёрнут ротор дающего. Чем больше угол рассогласованности обоих роторов, тем больше момент вращения принимающего ротора. Если снова повернуть ротор дающего, то ротор принимающего опять повернётся, следуя, таким образом, синхронно, т. е. в полном соответствии с ротором дающего. При плавном и непрерывном вращении ротора дающего синхронно

с ним будет вращаться и ротор принимающего. Число оборотов моторов системы синхронной передачи может быть практически очень большим, но при условии плавного нарастания скорости вращения. При резких рывках ротора дающего ротор принимающего может входить в асинхронный ход (в отличие от синхронного), при котором он будет скользить с отставанием от ротора дающего, и синхронизм будет нарушен.

Точность звена синхронной передачи определяется точностью хода принимающего мотора, в зависимости от которой берётся величина деления шкалы. По условиям точности работы моторы этой системы не могут быть нагружены. Поэтому они работают с незначительным моментом вращения, достаточным лишь для вращения лёгкой шкалы, укреплённой на оси ротора. Точность синхронного хода, а отсюда и передачи данной системы зависит от механических магнитных и электрических качеств дающего и принимающего и их взаимного влияния.

На практике известны четыре способа использования подобного рода синхронной передачи на переменном токе в системах «Прожзвук».

Первый способ — применённый фирмой «Сперри» в 1927 г.; второй способ — применённый в системах «Прожзвук-2» и «Прожзвук-4», принятых на вооружение в Красной Армии; третий способ — применённый фирмой «Сперри» в 1937 — 1938 гг., причём система передачи может быть названа манипуляторно-синхронной передачей, и, наконец, четвёртый способ — применённый в системах «Прожзвук» и «Сперри» в 1940 г.

Рассмотрим эти четыре способа принципиально, не касаясь пока вопроса о полных монтажных схемах всех систем «Прожзвук».

П е р в ы й с п о с о б. Передача исправленных данных с корректора на прожектор по первому способу происходит следующим образом. При вращении звукопеленгатора акустический угол азимута (или угол места) поступает на корректор и на величину этого угла будет повернут ротор дающего мотора. Статор дающего мотора будет повернут относительно ротора на величину выработанной корректором поправки.

Таким образом, на дающем моторе будет произведено суммирование акустического угла с угловой величиной поправки, и ротор принимающего мотора на посту управления повёрнется на величину исправленного азимута. При этом он на этот угол повёрнет внешнюю шкалу звукопеленгатора на посту управления (см. схему на рис. 124).

Работающий на посту управления передаёт этот угол поворота шкалы на прожектор, вращая своим, штурвалом дающий ключ азимута ранее описанной конструкции. Прожектор наводится при помощи сервомотора, щётки которого будут сдвинуты из-под полюсов принимающим синхронным мотором. Шкалы прожектора на посту управления здесь, однако, не связаны механически со штурвалом и не вращаются вместе с дающими ключами. На прожекторе, кроме принимающего синхронного мотора и сервомотора, имеется также мотор-датчик переменного тока, ротор которого будет повернут на некоторый угол при повороте прожектора. При повороте ротора мотора-датчика

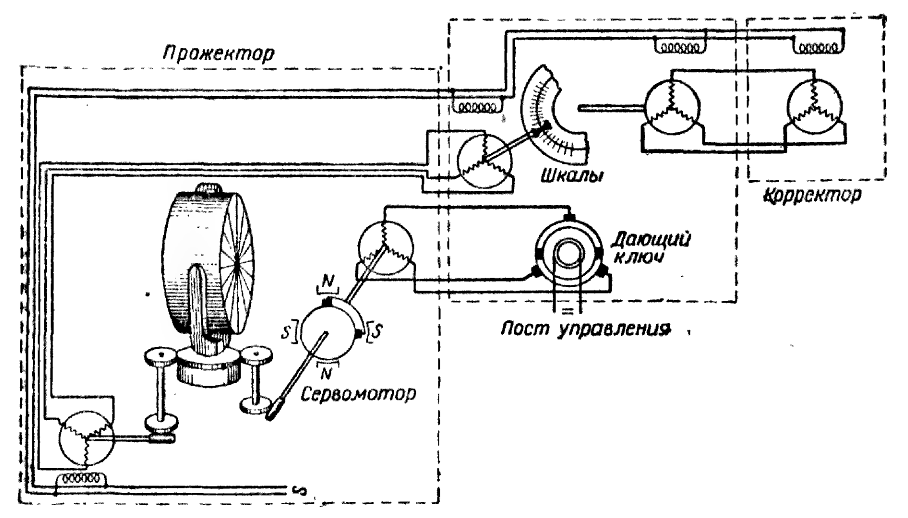


Рис. 124. Принципиальная схема синхронной передачи «Сперри» на постоянном и переменном токе.

на прожекторе на посту управления повёрнется ротор второго мотора принимающего от прожектора, а этот последний сместит внутреннюю шкалу прожектора на тот же угол, на который повернется прожектор. Наблюдатель на посту управления по расхождению индексов шкал прожектора и звукопеленгатора будет видеть, насколько прожектор отстает по углам поворота от исправленных углов, поступающих с корректора. При совмещении индексов прожектор пойдёт синхронно с звукопеленгатором. Принципиальная схема синхронной передачи этого типа по азимуту и показана на рис. 124, по углу места она будет такой же.

Преимущества этой системы очевидны, так как здесь есть постоянный контроль за наличием синхронизма, причём устойчивость синхронной связи еще улучшена тем, что за один оборот прожектора или звукопеленгатора моторы-датчики делают также всего один оборот.

Однако недостатки первой системы в отношении работы дающих ключей, синхронных моторов и сервомоторов не устранены полностью, и, кроме того, в полной системе получается очень большое число моторов (8 асинхронных, 2 синхронных, 2 сервомотора и 2 дающих ключа), что усложняет обслуживание и уменьшает надёжность действия. Поэтому такая система не получила признания и была заменена манипуляторно-синхронной системой передачи.

Второй способ. Принципиальная схема синхронной передачи в системах «Прожзвук-2» и «Прожзвук-4» отличается только тем, что на прожекторе вместо синхронного принимающего мотора и сервомотора установлен силовой синхронный агрегат, который служит для вращения прожектора и работает на переменном токе, вырабатываемом соответствующим дающим ключом на посту управления.

Синхронный агрегат состоит из четырёх реактивных синхронных моторов, соединённых механически следующим образом. Каждый из моторов имеет на валу своего ротора цилиндрическую шестерню.

Все четыре шестерни работают на одну общую шестерню, связанную с механизмом вращения прожектора. Один реактивный синхронный мотор не мог бы вращать прожектор, а в результате сцепления четырех моторов на валу общей шестерни имеется почти учетверенная мощность, а инерция ротора равна инерции одного ротора. Все четыре мотора электрически соединены параллельно, т. е. ток от ключа по трём проводам подходит к агрегату и от каждой фазы разветвляется к четырём моторам.

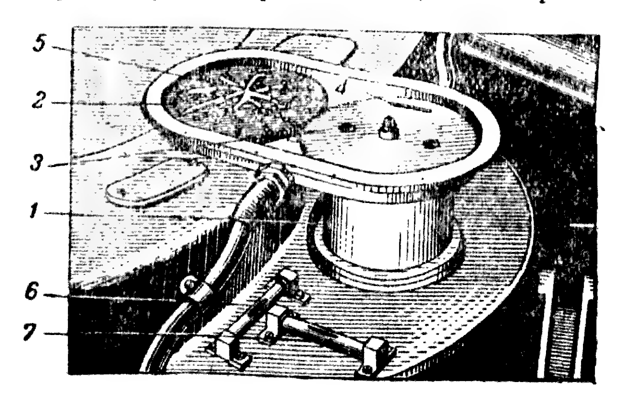


Рис. 125. Передатчик обратного контроля горизонтального вращения:

1—алюминиевый кожух; *2*—текстолитовая шестерня; *3*—двойная шестерня; *4*—пружина; *5*—провода; *6* и *7*—уровни.

Моторы - датчики обратного контроля на прожекторе в этих случаях установлены следующим образом.

Дающий мотор азимута прожектора установлен на верхнем вращающемся диске поворотного стола (рис. 125) в алюминиевом кожухе *1*. При помощи двойной шестерни *3* с пружиной *4*, устраняющей люфт в зацеплении, ротор мотора соединён с текстолитовой шестерней *2*, неподвижно сидящей на верхнем срезе центрального штыря. При вращении прожектора в азимуте шестерня *2* остаётся неподвижной, а двойная шестерня *3* обкатывается вокруг шестерни *2* и вращает ротор датчика. Передаточное число между шестернями 1:1. Следовательно, углу поворота прожектора точно соответствует угол поворота ротора датчика. При вращении ротора датчика на посту управления поворачивается ротор мотора приемника и поворачивает внутреннюю шкалу на соответствующий угол. На текстолитовой шестерне снизу прикреплено восемь контактных колец. Ток подводится к кольцам проводами *5*, проходящими через отверстие центрального штыря. Под кольцами к верхнему диску поворотного стола прикреплено восемь щеток (четыре для датчика азимута и четыре для датчика угла места). У прожекторов З-15-4А и З-15-4Б контактные кольца и щётки для удобства наблюдения и ухода вынесены на верхнюю сторону шестерни *2*.

Датчик угла места помещён в коробке *1* (рис. 126), установленной на левой стойке лиры. Эта коробка служит одновременно и гнездом для шарикоподшипника цапфы кожуха. Датчик *4* прикреплён к коробке. Двойная шестерня *2* с пружиной, устраняющей люфт в зацеплении, закреплена на оси ротора и вращается при повороте кожуха шестерней *3*, жёстко связанной с кожухом. Передаточное число шестерён также 1:1; следовательно, углу поворота кожуха будет точно соответствовать угол поворота ротора датчика и угол поворота ротора приемника вместе со шкалой на посту управления.

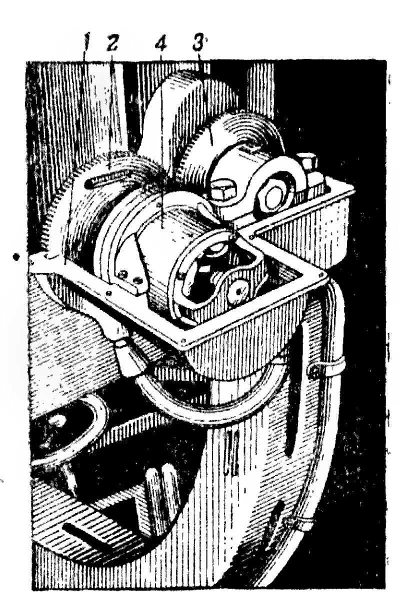


Рис. 126. Передатчик обратного контроля вертикального вращения:

1—коробка; 2—двойная шестерня; 3—шестерня; 4—датчик.

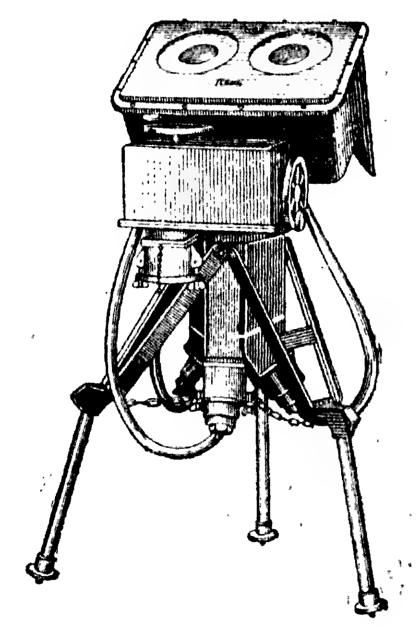


Рис. 127. Пост управления «Прожзвук-2».

Посты управления в этих системах «Прожзвук» отличаются от поста управления системы «Прожзвук-1» как по своему внешнему виду, так и по внутреннему содержанию. Пост управления (рис. 127) имеет следующие три основные части:

1) коробку со шкалами сравнения углов поворота прожектора с полученными с корректора углами, характеризующими истинное направление на самолёт; эта коробка может быть названа **компаратором**;

2) коробку со штурвалами для вращения дающих ключей, помещённых внутри неё; эта коробка может быть названа **контроллером**;

3) **треногу** для установки этих коробок и размещения контактных колец для подвода тока к принимающим моторам и дающим ключам, размещённым в коробках, так как последние имеют возможность вращаться в азимуте.

Внутри коробки компаратора установлены четыре принимающих синхронной передачи — электродвигатели переменного тока. Два электродвигателя принимают азимут и угол места от корректора и два электродвигателя — те же данные от прожектора (обратный контроль). Все электродвигатели установлены вертикально на шарикоподшипниках и поддерживаются в таком положении платами сверху и снизу. На осях роторов принимающих обратного контроля укреплены шкалы, показывающие величину вращения прожектора. Эти шкалы (рис. 127) охватываются также кольцевыми шкалами, которые приводятся во вращение через зубчатую передачу от роторов,

принимающих азимут и угол места корректора. Каждая азимутальная шкала имеет 600 делений и индекс в виде чёрного треугольника. Шкалы угла места имеют 220 делений, из которых рабочей частью являются 150 делений, соответствующих 90° угла места. Эти шкалы имеют также индексы. Для регулирования зацепления шестерён, передающих вращение на кольцевые шкалы, на платах установлены специальные секторы с эксцентричными втулками. Для приведения шкал прибора к нулевому индексу в днище прибора установлены четыре законтривающиеся рукоятки. При вращении этих рукояток *4*, *7*, *11* и *15* (рис. 128) через зубчатые передачи с передаточным отношением 1:8 приводятся во вращение статоры принимающих моторов *1*, *10*, *14* и *18*. Последние благодаря электромагнитному сцеплению увлекают за собой роторы.

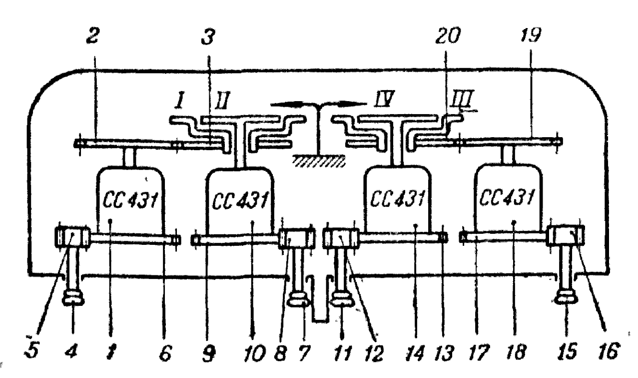


Рис. 128. Схема коробки контрольно-принимающего прибора на посту управления (прибор 3):

1—принимающий угла места звукопеленгатора; *2* и *3*—цилиндрическая пара; *4*, *7*, *11* и *15* рукоятки согласования шкал; *5*, *6*, *8*, *9*, *12*, *13*, *16* и *17*—цилиндрические пары вращения статоров; *10*—датчик угла места; *14*—принимающий азимута звукопеленгатора; *18*—датчик азимута; *19* и *20*—цилиндрическая пара; *I*—шкала угла места звукопеленгатора; *II*—шкала угла места прожектора; *III*—шкала азимута звукопеленгатора; *IV*—шкала азимута прожектора.

Таким образом, при ориентировке системы производится совмещение индексов шкал с неподвижными индексами, установленными на верхней крышке прибора против стекла, предохраняющего шкалы. При включении переменного тока в цепь синхронной передачи роторы принимающих обычно приходят в колебательное движение и через некоторый промежуток времени останавливаются, войдя в электромагнитное сцепление с магнитным потоком обмотки статора. Чёрные индексы на шкалах, как правило, не совпадают друг с другом. Для установки шкал на нули необходимо чёрные индексы подвести под неподвижные индексы на крышке прибора. Во время работы синхронной передачи на дающих ключах возникает искрообразование, которое портит поверхности щеток и колец ключа. Для уменьшения искрообразования на дне коробки компаратора установлено шесть конденсаторов с постоянной ёмкостью в 2 мкф каждый.

Коробка с дающими ключами служит для электрического управления лучом прожектора на расстоянии. Прибор состоит из литого алюминиевого основания, снабжённого легко снимаемой алюминиевой

крышкой, на которой постоянно установлены маховички вращения азимута и угла места. Внутри прибора, на его основании, имеются два кронштейна, на которых укреплены дающие ключи азимута и угла места и зубчатые шестерни, передающие вращение им от маховичков на крышке прибора. За один оборот штурвала ключ делает восемь оборотов, что даёт на ключе 96 замыканий, так как за один оборот ключа щётки изменяют свою полярность 12 раз [1].

На рис. 129 приведена механическая схема этого прибора. Из схемы видно, что при вращении штурвала азимута *1* вращается шестерня *2*, а от неё и шестерня *4а*, на оси которой сидит коммутатор дающего ключа *12*. Снизу прибора имеется шестерёнка *7*, сцепленная при рабочем положении поста управления с зубчатым ободом, укрепленным на неподвижной части треноги поста.

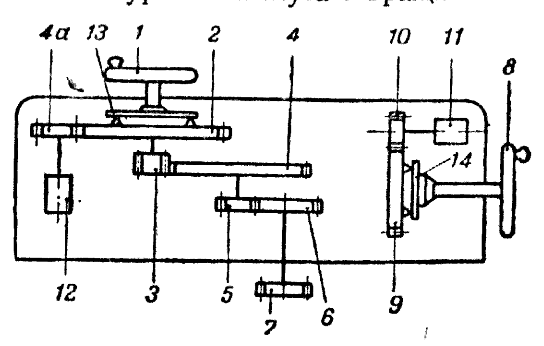


Рис. 129. Схема коробки дающего прибора на посту управления (прибор 3А:)

1—штурвал азимута; *2*, *3*, *4* и *4а*—зубчатые цилиндрические пары; *5*, *6* и *7*—передача вращения поста вокруг тумбы треноги; *8*—штурвал угла места; *9* и *10*—цилиндрическая пара; *11*—дающий ключ угла места; *12*—дающий ключ азимута; *13* и *14*—фрикционные сцепления.

Эта шестерня приводится во вращение от штурвала азимута *1* через шестерни *2*, *3 — 4* и *5—6*. При вращении штурвала *1* нижняя шестерня *7* обкатывается по зубчатому ободу, увлекая в круговое вращение поворотную головку треноги поста управления, а вместе с ней установленную на штыре коробку компаратора и коробку контроллера, подвешиваемую на ту же поворотную головку треноги на вертикальные шипы. Таким образом, при работе системы наблюдатели на посту управления постоянно находятся лицом к цели, что обеспечивает удобство наблюдения.

Вращение от штурвала угла места *8* передаётся на дающий ключ *11* через зубчатки *9* и *10*. Для ограничения рывков и сглаживания больших ускорений в цепи механической передачи от штурвалов *1* и *8* вращение передаётся на ключи *12* и *11* через фрикционные диски *13* и *14*. Тренога поста управления состоит из алюминиевого корпуса, укреплённого на трех ногах, барабана с контактными кольцами и верхней крышкой с тремя сальниками и кабелем.

Алюминиевый корпус имеет бронзовый зубчатый обод, по которому обкатывается нижняя шестерня *7*. Во время работы корпус и зубчатый обод неподвижны. Для питания током дающих ключей и принимающих моторов подвижная часть треноги имеет 23 контактных кольца, по которым скользят н е п о д в и ж н ы е щетки.

---

[1] Следовательно, за один оборот штурвала синхронные моторы агрегата сделают полоборота, а прожектор повернется на 4,8°, т. е. на три малых деления.

Третий способ. Система синхронной передачи фирмы «Сперри представляет собой манипуляторно-синхронную систему, работающую также на постоянном и переменном токе. Пост управления в данном случае состоит из двух независимых друг от друга частей: ступенчатого контроллера и прибора (называемого компаратором) для согласования углов поворота звукопеленгатора и прожектора. На прожекторе имеются два шунтовых мотора постоянного тока на напряжение в 110 — 120 в; один из них вращает прожектор в азимуте, а другой в угле места. От контроллёра, удаленного от прожектора на расстояние 60 м, можно включать эти моторы на различную скорость в зависимости от введённого сопротивления в цепь якоря и тем самым задавать прожектору различную скорость от 3 до 20 об/мин.

Контроллер выполнен в виде легкой алюминиевой коробки, которая может устанавливаться на одну ножку (подставку), поддерживаться и переноситься при помощи плечевого ремня. Рычаг для управления прожектором расположен на верхней крышке контроллера. Нормально перед началом работы рычаг находится в таком положении, когда цепь якорей шунтовых моторов прожектора не находится под напряжением, но при повороте его в ту или иную сторону луч прожектора будет перемещаться в том же направлении, в каком был сдвинут рычаг управления. Таким образом, прожектор в данном случае снабжён типичным манипуляторным управлением на расстоянии, которым можно с успехом пользоваться и для управления прожектором при работе его без звукопеленгатора, т. е. сопроводителем, тем более, что манипулятор переносный и это может дать свои преимущества. Пост управления снабжается компаратором для совместного действия прожектора с звукопеленгатором. Устройство компаратора в этом случае совершенно такое же, как было описано ранее.

Для того чтобы прожектор был наведен в указанном направлении, необходимо, действуя рычагом контроллера, заставить работать шунтовые моторы. Эти последние приведут в действие механизмы вращения прожектора, и прожектор будет наводиться в заданном направлении. В результате поворота прожектора роторы моторов-датчиков обратного контроля на прожекторе будут повернуты на некоторые угловые интервалы, и величины этих углов поворота будут видны на повороте внутренних шкал компаратора. Увеличивая или уменьшая обороты шунтовых моторов прожектора, можно подобрать такое положение рычага контроллера, при котором индексы внутренних и внешних шкал совпадут (шкалы пойдут с синхронной скоростью), и прожектор будет непрерывно наводиться в направлении исправленных корректором углов. Перед началом работы эта система, так же как и предыдущие, требуют ориентировки осей прожектора и звукопеленгатора и синхронизации, выражающейся в начальном совмещении индексов шкал компаратора. Выполняется здесь это довольно просто. Разместив все элементы «Прожзвук» на позиции, наводят прожектор и звукопеленгатор при помощи визирных приспособлений или друг на друга или на один отдалённый предмет. Включают затем питание моторов синхронной передачи на переменном токе и наблюдают, какое положение займут индексы всех четырёх шкал компаратора. В зависимости от способа ориентировки шкалы прожектора и звукопеленгатора на посту управления подводят при помощи рукояток *4*, *7*, *11* и *15* (рис. 128) соответствующими делениями или индексами к неподвижному указателю, помещённому на верхней крышке компаратора.

Четвёртый способ. Новейшая система «Прожзвук Сперри» образца 1940 г. снабжена синхронной передачей, выполненной по иному принципу. Прежде чем описать подробно устройство и действие этого типа синхронной передачи, перечислим сначала все элементы, из которых она состоит, с указанием мест размещения этих элементов.

Трехрупорный звукопеленгатор «Сперри» имеет два мотора датчика, трёхфазные статорные обмотки которых коротко замкнуты с трёхфазными обмотками статоров принимающих моторов на прожекторе. Роторные обмотки моторов-датчиков звукопеленгатора

подключены к кольцам преобразователя (умформера), размещённого в данном случае на прожекторе.

К звукопеленгатору от прожектора подходит девятижильный кабель (две жилы питания роторных обмоток датчиков, шесть фазных статорных жил и одна жила запасная). На прожекторе, кроме двух принимающих моторов и умформера, ещё имеются: два фазовых детектора, два нулевых указателя (вольтметра постоянного тока с нулем посредине) и два силовых синхронных мотора. Прожектор также соединён с постом управления пятнадцатижильным кабелем. На посту управления имеются два нулевых указателя и два трехпроводных дающих ключа.

На рис. 130 дана принципиальная электрическая схема прожектора, поста управления и агрегата.

Действие синхронной передачи в этой системе «Прожзвук» происходит следующим образом. Ротор датчика (рис. 131) создаёт магнитное поле переменного тока вдоль оси AB. Между концами фаз статорной обмотки 1, 2, 3 индуктируется напряжение, которое прикладывается также и к статорной обмотке принимающего и создаёт магнитное поле переменного тока вдоль оси ротора принимающего $A'B'$. Если ротор датчика вращается, ось магнитного поля принимающего точно следует за движением ротора датчика.

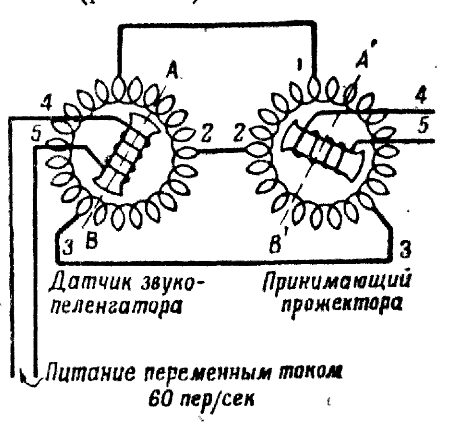


Рис. 131. Соединение дающего с принимающим.

В случае, показанном на рис. 131, поле $A'B'$ принимающего находится под прямым углом к оси обмотки ротора и, следовательно, в нём не индуктируется напряжение, отдача принимающего равна нулю. Когда ротор принимающего слегка смещается с показанного на рисунке положения, в направлении часовой стрелки или против часовой стрелки, часть магнитного потока поля будет пересекать обмотку ротора датчика, а в роторе принимающего будет индуктироваться некоторое напряжение. Смещение ротора принимающего против часовой стрелки и по часовой стрелке от положения, при котором в роторе не индуктируется никакое напряжение, заставляет индуктированное в обмотке мотора напряжение менять фазу, так как эффект указанных смещений по отношению к обмотке ротора подобен изменению направления поля. Напряжение ротора принимающего меняется пропорционально синусу углового смещения ротора по отношению к полю $A'B'$.

Если датчик передает исправленные данные звукопеленгатора, а принимающий находится на прожекторе и отрегулирован так, что при синхронизации звукопеленгатора и прожектора напряжение ротора равно нулю, то на всё то время, пока напряжение остаётся равным нулю, синхронизм сохраняется. Когда синхронизм нарушен,

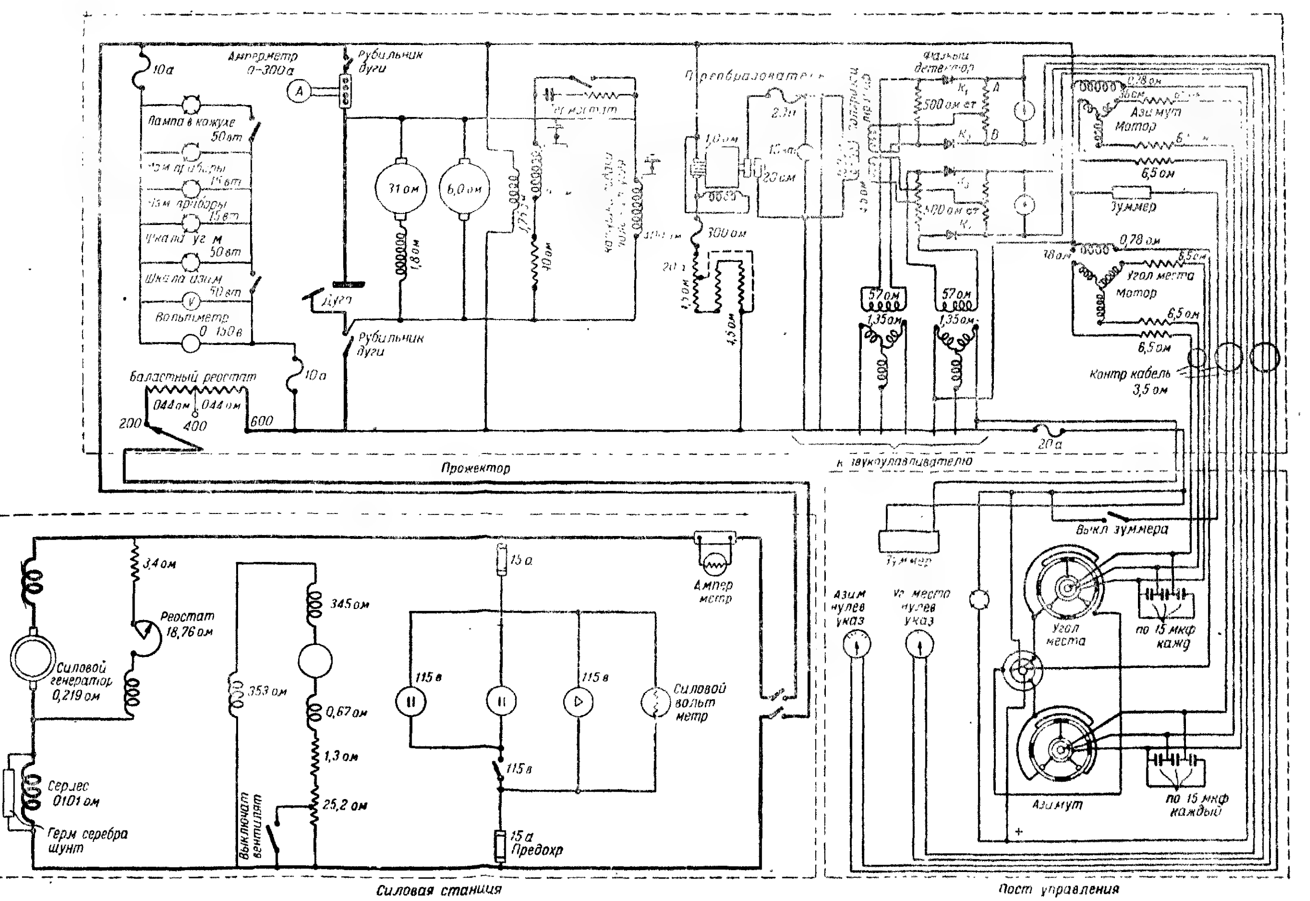


Рис. 130. Принципиальная электрическая схема прожектора, агрегата и поста управления.

пустая страница

принимающий имеет напряжение, меняющееся пропорционально синусу углового смещения, причём фаза этого напряжения меняется в зависимости от того, опережает ли прожектор звукопеленгатор или отстаёт от него.

Напряжение ротора принимающего, изменяющееся по величине и по фазе, поступает в фазовый детектор так, что отставание или опережение прожектора указывается отклонением вправо или влево стрелки обычного вольтметра постоянного тока (он же нулевой указатель) с нулем в центре. Каждый фазовый детектор (азимута и угла места) состоит из двух сопротивлений R_1 и R_2 по 500 ом (см. рис. 130), каждое с отводом от средней точки. K_1 и K_2 представляют собой два одинаковых шестипластинчатых купроксных выпрямителя. Трансформатор с одной первичной и двумя вторичными обмотками даёт переменное поляризующее напряжение около 10 в к составляющим азимута и угла места. Фаза поляризующего напряжения определяется преобразователем.

При напряжении ротора принимающего, равном нулю, купроксы K_1 и K_2 одинаково выпрямляют поляризующее напряжение и, так как вольтметр присоединён к точкам A и B (рис. 130) с одинаковым потенциалом, стрелка не отклоняется. Когда прожектор отстаёт от звукопеленгатора, напряжение ротора принимающего добавляется по фазе к поляризующему напряжению на K_1 и вычитается из поляризующего напряжения на K_2. Поэтому к K_1 приложено большее напряжение, чем к K_2. После выпрямления точка A имеет положительный потенциал по отношению к точке B и вольтметр даёт отклонение, скажем, направо. Когда прожектор опережает звукопеленгатор, напряжение на K_2 добавляется по фазе к поляризующему напряжению и вычитается на K_1; точка B в этом случае имеет положительный потенциал по отношению к точке A и нулевой вольтметр отклоняется налево.

Параллельно нулевым указателям прожектора включены ещё два нулевых указателя, находящиеся на посту управления, и нарушение синхронизма прожектора и звукопеленгатора можно одновременно наблюдать по отклонениям стрелок нулевых указателей и прожектора и поста управления. Когда прожектор, а вместе с ним и ротор принимающего будут повернуты на тот угол, который был задан датчиком звукопеленгатора, стрелки нулевых указателей будут стоять на нуле (в центре). Следовательно, синхронизация имеет место тогда, когда стрелки нулевых указателей азимута и угла места стоят в центре.

Стрелка нулевого указателя азимута может также находиться в центре, когда прожектор повернут на 180° по отношению к звукопеленгатору. Это обнаруживается тем, что при вращении штурвала нулевого указателя азимута по направлению часовой стрелки стрелка указателя отклоняется от центра в левую сторону вместо правой. Синхронизм восстанавливается вращением штурвала нулевого указателя азимута так, чтобы сдвинуть стрелку с центра (направо или налево), и дальнейшим вращением в том же направлении до тех пор, пока стрелка снова не придёт в центр. Это заставляет прожектор сделать полоборота и быть направленным в одну и ту же сторону со звукопеленгатором. В электрическом отношении датчики и принимающие одинаковы. Статор имеет распределённую обмотку из трёх

цепей, соединённых звездой; обмотка ротора — однофазная. В нормальных условиях принимающий действует как трансформатор; напряжение и ток — однофазные. Напряжения, индуктированные в трёх цепях обмотки статора, зависят от углового положения ротора.

Силовая часть этой синхронной передачи состоит из двух ключей датчиков на посту управления и двух силовых синхронных моторов на прожекторе. Датчики трёхпроводные, причём каждый состоит из коммутатора с двумя парами изолированных друг от друга сегментов дугой около 75°. К одной паре подводится положительный полюс напряжения питания, а к другой отрицательный. Три контактных ролика расположены под углом 120° друг относительно друга; эти ролики сидят на концах плеч, прикреплённых к каретке, которая вращается внутри коммутатора. Ролики образуют контакт с сегментами коммутатора благодаря пружинам, прикреплённым к плечам, и соединены с обмотками статора управляемого мотора на прожекторе. Ролики вращаются от штурвла наблюдателя, следящего за положением стрелки нулевого указателя на посту управления.

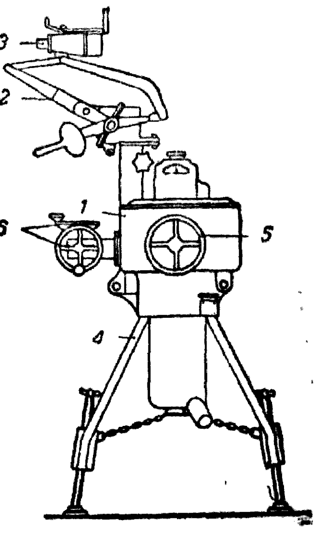


Рис. 132. Пост управления систем «Прожзвук Сперри» 1940 г.:

1—коробка поста; *2*—стойка бинокля; *3*—бинокль; *4*—тренога; *5*—штурвал наблюдателя; *6*—командирские штурвалы.

Статор мотора имеет распределённую обмотку, состоящую из 12 катушек по 40 витков с шагом намотки 1 — 6. Катушки расположены так, что они образуют три группы с четырьмя полюсами в каждой группе. Якорь ротора имеет четыре катушки, которые соединяются последовательно таким образом, что смежные полюса различны по знаку. Благодаря этому полюса якоря находятся в сильном магнитном поле, что создаёт достаточный момент вращения на валу мотора для наводки прожектора при любой скорости.

Действие этого мотора аналогично действию трёхфазного синхронного мотора. Однако этот мотор питается не переменным, а постоянным током, который меняет своё направление при вращении щёток (роликов) дающего ключа. Таким образом; поле мотора вращается в том же направлении и с той же скоростью, как и ролики датчика, а якорь следует за вращающимся полем. При каждом обороте датчика мотор делает 24 шага по 15° или один оборот, а прожектор проворачивается на 6 минут за 1 шаг.

Пост управления в этом случае состоит из основной коробки *1* (рис. 132), стойки бинокля *2*, 8-кратного бинокля *3* с объективом диаметром 58 мм и треноги *4*. Пост управления обслуживают три человека: двое являются совмещающими стрелки с нулем шкалы нулевых указателей азимута и угла места посредством штурвалов *5*, а третий является наблюдателем и может управлять прожектором другими двумя штурвалами *6*.

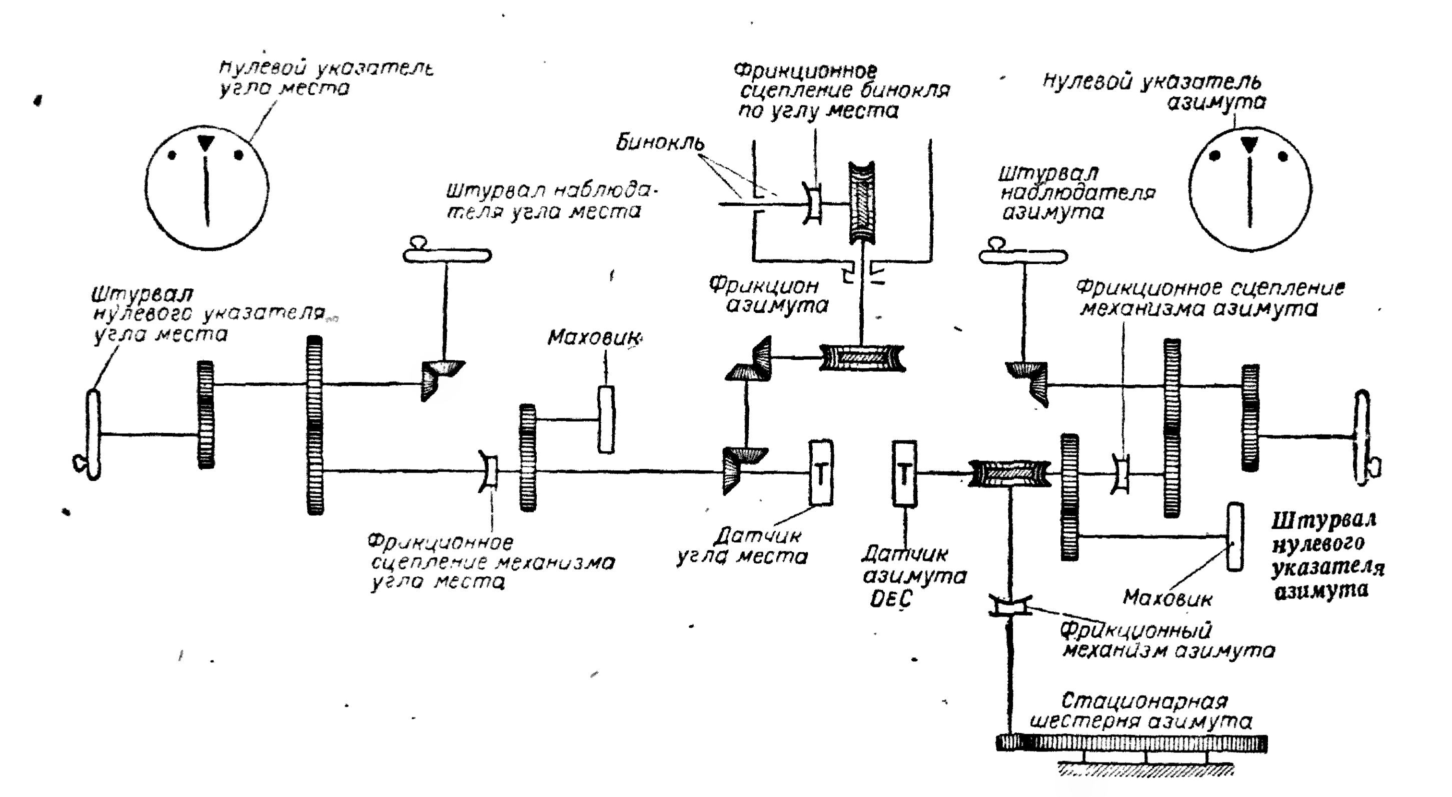


Рис. 133. Кинематическая схема поста управления.

Механизмы угла места и азимута можно привести в действие любым из двух комплектов, штурвалов. Эти штурвалы выполняют две функции: 1) приводят в движение датчики постоянного тока, которые управляют моторами азимута и угла места; 2) приводят в движение стойку бинокля по углу места. По азимуту стойка бинокля вращается вместе с постом управления на треноге.

На рис. 133 приведена кинематическая схема поста управления, из которой видно, что датчики могут приводиться во вращение от любого из двух штурвалов благодаря наличию фрикционных сцеплений.

Стойка бинокля состоит из вертикальной колонки, на которой помещается механизм поворота бинокля по углу места. Бинокль и открытый визир для дневного наблюдения установлены на коробке механизма. Высота бинокля регулируется путём освобождения ручки и поднятия или опускания трубки вертикальной колонки. Стойка бинокля снимается для транспортировки путём удаления четырёх винтов в основании колонки, складывается и помещается в ящик. Когда стойка находится в рабочем положении, бинокль может быть мгновенно направлен по лучу поворачиванием стойки посредством ручек с обеих сторон колонки. Это перемещение бинокля возможно благодаря наличию фрикционных сцеплений стойки по азимуту и углу места.

Пост имеет выключатель для выключения цепи питания ключей.

Эта система синхронной передачи имеет некоторые бесспорные преимущества перед другими, причём важнейшими из них являются: 1) более значительное удаление поста управления от прожектора (152 м); 2) возможность наводить прожектор синхронно с звукопеленгатором при неисправной силовой передаче по нулевым указателям прожектора (от штанги); 3) наличие синхронно перемещающегося бинокля на посту управления.

В некоторых системах «Прожзвук» посты управления располагаются на звукопеленгаторе (например, французская система фирмы «Барбье-Бенар и Тюренн»). Нередко посты управления снабжаются ночными биноклями, оптическая ось которых движется синхронно с движением оптической оси прожектора.

Существуют системы синхронных связей других типов как на постоянном токе, так и на переменном. Довольно часто мотором-датчиком для синхронной передачи служит шунтовой мотор постоянного тока, у которого по коллектору скользят три подвижные щетки, сдвинутые друг относительно друга на 120°. Снимаемое при помощи этих щёток напряжение подводится к трёхфазной обмотке ротора синхронного мотора, который и будет вращаться со скоростью вращения щёток или коллектора относительно щеток.

Такие системы синхронной передачи используются в системах «Прожзвук» фирмы «Лоннекер» и фирмы «Барбье-Бенар и Тюренн». Подробное описание этих систем передачи здесь не приводится.

ГЛАВА XI

УСТРОЙСТВО ПРОЖЕКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ И МОНТАЖНЫЕ СХЕМЫ СИСТЕМ «ПРОЖЗВУК»

36. Общий монтаж прожекторных агрегатов и их разновидности

Прожекторы с дуговыми лампами в подавляющем большинстве имеют самостоятельные источники энергии. Это вызывается необходимостью обеспечить независимое действие каждой прожекторной единицы в боевой обстановке. Кроме того, эти источники энергии должны удовлетворять некоторым особым условиям, вытекающим из специфичности вольтовой дуги как потребителя. Особенности работы дуговой лампы, с точки зрения источника её питания, заключаются в том, что для неё, во-первых, обычным является короткое замыкание, а во-вторых, возможны постоянные колебания её режима вследствие процессов, происходящих в междуэлектродном промежутке дуги и вызванных неоднородностью электродов, движением воздуха, изменением его температуры и т. д.

Первая особенность вызывает необходимость условия, чтобы для динамомашины, предназначенной для питания прожектора, не было опасно короткое замыкание, которое может быть как частичным (при наличии балластного сопротивления), так и полным (без балластного сопротивления). Короткое замыкание имеет место при образовании дуги и может быть произведено несколько раз на небольшом отрезке времени.

Вторая особенность вызывает необходимость условия или незначительных колебаний э. д. с. динамо при колебаниях тока нагрузки, или же возрастания э. д. с. динамо при уменьшении тока дуговой лампы. При увеличении длины дуги ток нагрузки падает и необходимо или постоянство э. д. с. генератора или увеличение её для того, чтобы дуга не оборвалась, а было бы восстановлено при помощи автомата или вручную её нормальное горение. В силу сказанного для питания прожекторов пригодны лишь два типа машин, а именно: динамомашины с постоянным напряжением или машины с крутой падающей внешней характеристикой.

Для питания подвижных прожекторных станций приходится строить специальные **подвижные электрические станции** или **прожекторные агрегаты**. К устройству этих электрических станций предъявляются в основном следующие требования. Станция должна быть по возможности компактной и иметь относительно небольшой вес. Она должна быть устроена так, чтобы возможно было перевести её быстро из походного положения в боевое и обратно. Подвижность и проходимость её должны полностью соответствовать подобным же свойствам войсковых транспортных средств. Кроме того, подвижная электрическая станция для питания зенитного прожектора должна работать бесшумно, чтобы не сильно мешать наблюдателям звукопеленгатора.

В качестве первичных двигателей для этих прожекторных агрегатов применяются обычно лёгкие бензиновые двигатели внутреннего сгорания автотракторного типа. Эти последние подвергаются незначительным изменениям.

Во-первых, они должны быть приспособлены для длительной работы при постоянном числе оборотов и при полной нагрузке без обдува встречными потоками воздуха. Поэтому приходится пересчитывать и изменять систему охлаждения, увеличивая радиатор, повышая производительность вентилятора и водяной помпы.

Во-вторых, для сохранения постоянного числа оборотов двигателя приходится эксплоатировать его на пониженных оборотах против нормального, добиваясь тем самым более устойчивого режима.

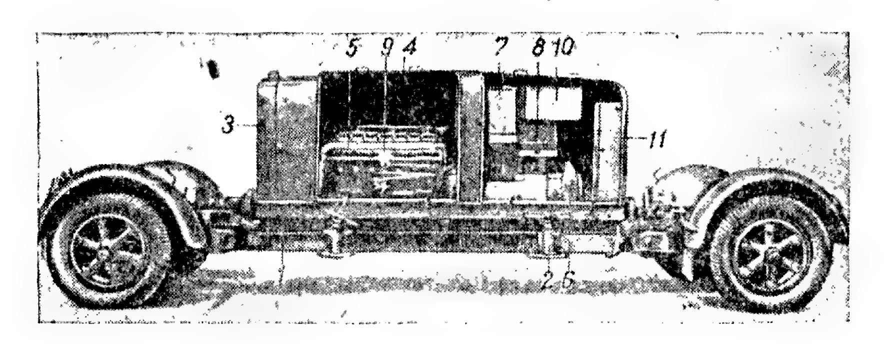


Рис. 134. Агрегат немецкой зенитно-прожекторной станции:
1—рама агрегата; *2*—домкраты; *3*—радиатор; *4*—капот двигателя; *5*—двигатель; *6*—динамомашина; *7*, *8* и *10*—элементы распределительного устройства; *11*—ящик с принадлежностями.

Наибольшее распространение получили два типа подвижных прожекторных агрегатов для питания зенитных прожекторов: 1) агрегат с автономным двигателем для вращения динамо и 2) агрегат, первичным двигателем которого является двигатель того транспортного или тягового средства, которым располагает данная прожекторная станция.

К агрегатам первого типа относится, например, агрегат новой зенитно-прожекторной станции «Сперри», который состоит из четырёхтактного шестицилиндрового бензиномотора «*IXD*» мощностью в 42 л. с. при 1100 об/мин и динамомашины защищённого типа четырёхполюсной с четырьмя добавочными полюсами, развивающей при 1100 об/мин мощность 16,2 квт при напряжении в 100 в. Бензиномотор и динамо смонтированы на сварной четырехколёсной тележке, которая служит для передвижения на позиции и для скатывания и накатывания агрегата на платформу прицепки. Со стороны динамо установлен распределительный щит с рубильниками и приборами. Агрегат имеет следующие габаритные размеры: длина 2616 мм, ширина 1651 мм и высота 1753 мм. В собранном виде с комплектом необходимых принадлежностей агрегат весит 1519,6 кг.

На рис. 134 представлен прожекторный агрегат немецкой зенитно-прожекторной станции. Двигатель внутреннего сгорания *5* смонтирован на разборной тележке, от которой скаты колёс могут быть отделены и она может быть установлена на позиции на домкратах *2*. Со стороны двигателя расположен увеличенный по размерам радиатор *3*; над динамомашиной *6* расположены детали распределительного

устройства *7*, *8*, *10*, с противоположной стороны установлен распределительный щиток. Агрегат прикрыт специальным капотом из листового материала *4* с откидными боковыми стенками.

Агрегат французского зенитного прожектора фирмы «Барбье-Бенар и Тюренн» также имеет автономный двигатель и транспортируется на платформе автомобиля, который буксирует прицепку с прожектором. Агрегат имеет динамомашину мощностью 30 квт при напряжении 110 в. Агрегаты зенитных прожекторов французской фирмы «Гарле» монтируются на одноосных автомобильных прицепках.

Агрегаты с автономными двигателями имеют некоторые преимущества: во-первых, их габаритные размеры всегда меньше и поэтому их удобнее располагать на позиции; во-вторых, их действие не зависит от состояния и полной исправности транспортирующего автомобиля или трактора, так как последний может быть повреждён при следовании станции на позицию; в-третьих, все их органы более доступны для изучения и обслуживания; в-четвертых, при движении по плохим дорогам съёмный агрегат легко может быть снят с автомобиля и через труднопроходимые участки пути как агрегат, так и транспортирующий автомобиль или трактор могут быть переправлены независимо друг от друга, и, в-пятых, при автономном двигателе имеется возможность выбора типа и мощности двигателя для агрегата и транспортного средства отдельно, что может повысить, с одной стороны, эффективность их использования, с другой стороны, срок службы обоих. Однако эти агрегаты имеют и некоторые свои недостатки, что заставляет применять второй тип. Эти недостатки следующие: во-первых, при съёмном агрегате число объектов обслуживания на станции увеличивается; это делает станцию более уязвимой в отношении наличия неисправностей; во-вторых, подготовка агрегата к действию на позиции и приведение в походный порядок требуют больше времени; в-третьих, общая стоимость станции значительно увеличивается и, в-четвёртых, наличие агрегата с автономным двигателем требует в большинстве случаев дополнительного транспортного средства.

В том случае, когда прожекторный агрегат не имеет автономного двигателя, динамомашина приводится во вращение или от карданного вала или же другим способом от двигателя автомобиля. Соединение вала динамо с карданным валом в некоторых случаях осуществляется через зубчатую, текстропную или цепную передачи. Однако этот способ нельзя признать рациональным и он не получил распространения. Наиболее распространённым является способ соединения динамо с двигателем, применённый фирмой «Сперри», а вслед за ней и многими другими. Рассмотрим устройство некоторых прожекторных агрегатов типа «Сперри», обращая внимание на сочленение двигателя с динамо.

Шасси автомобиля специально оборудуется, причём в специальное оборудование входит: установка генератора *1* (рис. 135), изменение радиатора водяного охлаждения двигателя, установка муфты переключения *2* работы вала двигателя на езду или на генератор и связанное с этим переоборудование карданных валов *3* и *4*, переоборудование тормозных тяг шасси и установка регулятора оборотов двигателя *8*.

На агрегатах зенитных прожекторных станций типа З-15 применяется генератор постоянного тока типа ПР-150 закрытого типа

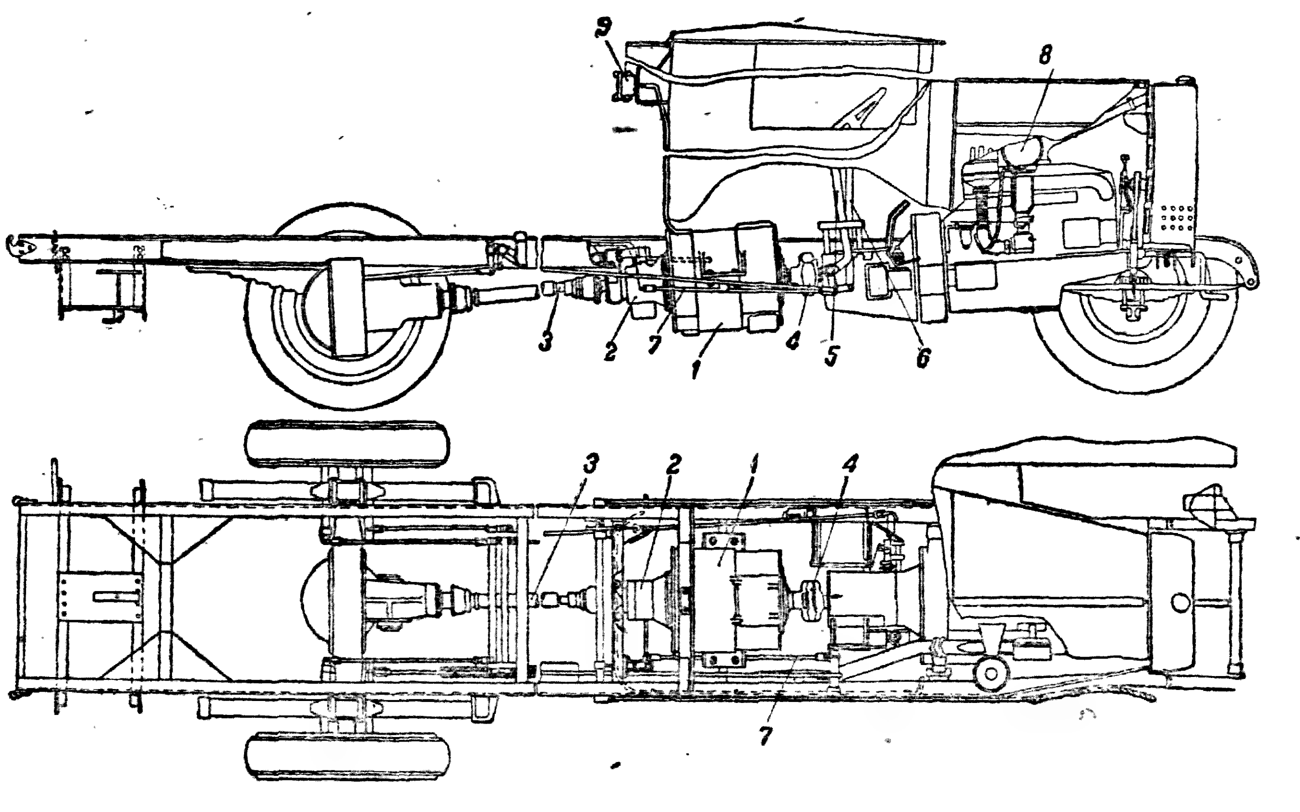


Рис. 135. Схема силовой установки на шасси автомобиля:

1—генератор; *2*—муфта сцепления (для включения и выключения динамо); *3*—карданный вал; *4*—гибкая муфта сцепления; *5*—рычаг переключения муфты; *6*—тормозной рычаг; *7*—тяга переключения; *8*—регулятор числа оборотов двигателя; *9*—штепсельные муфты.

(в целях предохранения от пыли, грязи и воды) с противосыростной изоляцией.

Генератор с самовозбуждением с компаундной обмоткой. Номинальная мощность 20 квт и номинальное напряжение 103 — 110 в при 1 800 — 2 000 об/мин. Генератор имеет четыре главных и четыре вспомогательных полюса; кроме того, он имеет полый (трубчатый) вал, который покоится на шарикоподшипниках. На валу закреплен центробежный вентилятор, прогоняющий воздух во время работы генератора через весь генератор, охлаждая его обмотки. На генераторе (рис. 136) имеется восемь люков *1* и *2*, из которых четыре со стороны коллектора (два внизу и два наверху) и четыре со стороны

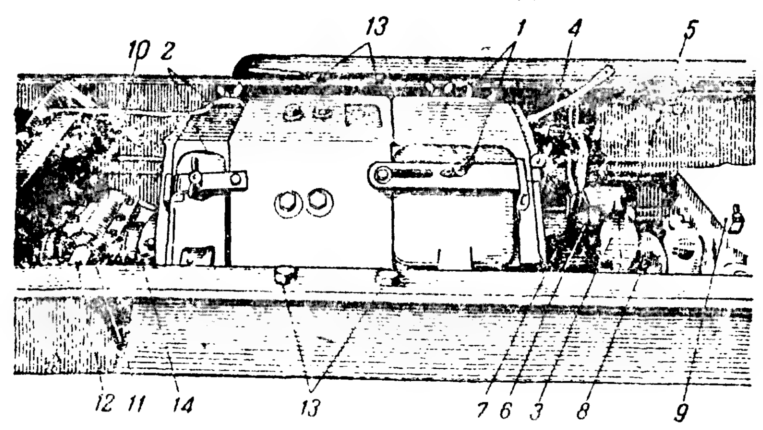


Рис. 136. Генератор типа ПР-150:

1—крышки люков генератора со стороны коллектора; *2*—крышки люков со стороны вентилятора; *3*—диск гибкий, резиновый; *4*—маслёнка; *5* и *6*—болты крепления резинового диска; *7*—передний карданный вал шасси; *8*—вторичный вал коробки передач; *9*—коробка передач; *10*—верхняя крышка муфты переключения; *11*—боковая крышка крепления валика переключения; *12*—валик переключения шестерни муфты; *13*—болты крепления генератора к лонжеронам; *14*—кожух муфты переключения.

вентилятора (также два внизу и два наверху). Четыре нижних люка во время работы должны быть обязательно открыты для обеспечения свободной циркуляции воздуха во избежание перегрева генератора. Люки закрываются герметически крышками на резиновых прокладках. С задней стороны (по ходу автомобиля) генератора выступает конец вала *3* (рис. 135) якоря, имеющий по наружному диаметру левую резьбу диаметром 75 мм, на которую навёртывается шестерня, с помощью которой генератор приводится во вращение. С той же стороны полый вал якоря внутри имеет чистую и гладкую расточку, чтобы не задирать войлочного сальника, работающего в этом месте. Внутренняя лабиринтная шайба *3* (рис. 138) генератора, в которой крепится задний подшипник, имеет девять сверлёных и нарезных отверстий диаметром 10 мм, в которые сквозь соответствующие отверстия в заднем подшипниковом щите ввёртывается девять шпилек. На этих шпильках крепится муфта переключения агрегата. Генератор снабжён тремя выводными проводами, проходящими через сальники. Два провода имеют сечение по 50 мм²

и один провод 6 мм². Длина выходящих из генератора проводов 250 мм; концы их снабжены круглыми специальными кабельными наконечниками, которые соединяются винтами с такими же наконечниками проводов, идущих к распределительному устройству агрегата. Для периодического введения смазки в подшипники в переднем и заднем щитах генератора имеются отверстия с закрывающейся на резьбе пробкой маслёнки *4* (рис. 136).

Генератор предназначается для питания электрическим током дуговой лампы прожектора. Режим работы генератора при этом следующий: 1800 об/мин, напряжение 105 ± 2 в, сила тока 150 ± 5 а. При работе прожектора в системе «Прожзвук» сила тока генератора 166 а; при этом около 16 а идёт на преобразователь (умформер), который преобразовывает постоянный ток в переменный для питания синхронной передачи на переменном токе и на питание постоянным током силовой синхронной передачи.

Генератор крепится на лонжеронах шасси автомобиля под кабиной водителя на кованых стальных кронштейнах. Кронштейны крепятся болтами к лапам генератора. Они имеют цапфы, которые вставляются в подшипники, в свою очередь крепящиеся к лонжеронам шасси болтами. Кронштейны имеют возможность повёртываться в подшипниках в случае возможных деформаций лонжеронов. Верхние люки генератора со стороны коллектора выходят как раз под сиденье кабины водителя, так что за коллектором генератора легко наблюдать, сняв подушку сиденья.

37. Муфты переключения двигателя на станциях типа «Сперри»

Генератор приводится во вращение двигателем с помощью привода, состоящего из карданного соединения и муфты сцепления. На генераторе с задней стороны (по ходу автомобиля) крепится муфта переключения, с помощью которой создаётся возможность передавать работу двигателя не только на генератор, но и на задний карданный вал автомобиля.

Муфты переключения прожекторных станций «Сперри» и станций З-15-З имеют устройство, которое поясняется рис. 137. Эта муфта состоит из четырех зубчаток. Зубчатка *1* соединена непосредственно с полым валом якоря динамомашины. Зубчатка *2* закреплена на заднем конце переднего вала, идущего от двигателя и пропущенного через полый вал якоря. Передний конец этого вала сообщается с коробкой скоростей. Зубчатка *3* крепится к переднему концу заднего вала автомобиля, задний конец которого сообщается с диференциалом, зубчатка *4* с внутренними зубьями может передвигаться от рычажного приспособления в крайнее переднее и крайнее заднее положения. Если зубчатку *4* передвинуть в крайнее переднее положение, то она будет охватывать зубчатки *1* и *2*. В этом случае от переднего вала движение не будет передаваться на задний вал автомобиля, но зато через зубчатку *1* будет вращать якорь динамомашины, и, таким образом, автомобильный двигатель выполнит роль первичного двигателя прожекторного агрегата. Если же зубчатку *4* поставить в крайнее заднее положение, т. е. захватывать шестерни *2* и *3*, то вал динамомашины останется неподвижным, а передний конец карданного вала будет соединён с задним. Перемещение шестерни *4* производится из кабины шофера специальной рукояткой, которая соединена с рычажным механизмом. Все шестерни заключены в алюминиевую коробку, состоящую из двух половин, причём для осмотра нижняя половина этой коробки может сниматься.

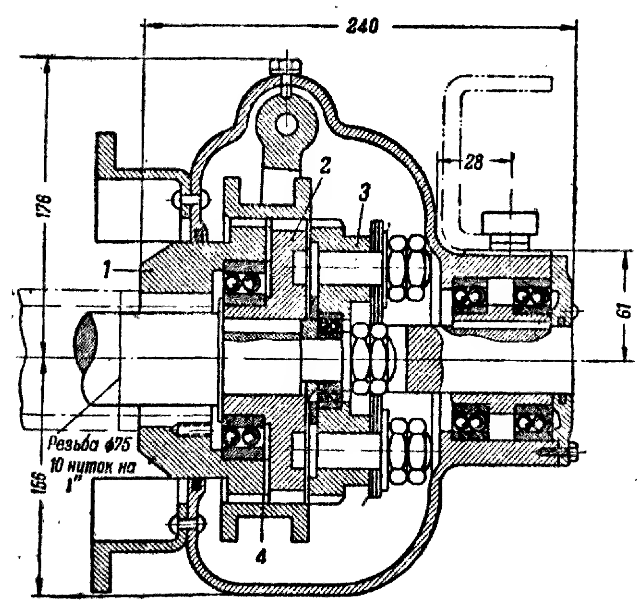


Рис. 137. Муфта переключения станции З-15-3:

1 — зубчатка на полом валу генератора; *2* — зубчатка на конце переднего карданного вала; *3* — зубчатка на конце заднего карданного вала; *4* — зубчатка-каретка.

У прожекторных станций З-15-4 муфта переключения выполнена иначе и её устройство поясняется чертежом рис. 138. В этом случае одна из шестерён *2* навёртывается на резьбе на выступающий полый вал генератора и стопорится на нём болтом *14*. Вторая шестерня *17* составляет одно целое с валом *5*, конический конец которого выступает за муфту. Этот концевой вал вращается в алюминиевом корпусе муфты на двух шарикоподшипниках. Третья шестерня-каретка *6* — двойная, специальной формы; на ней имеются внутренние зубья с двух сторон. Она посажена на многошпоночный вал (с пазами), являющийся продолжением переднего карданного вала, проходящего внутри полого вала генератора. Шестерня-каретка в своём центральном отверстии имеет также соответствующее валу количество шпоночных канавок, которыми она садится на вал и имеет возможность передвигаться на нём лишь поступательно назад или вперёд. Передвигаясь вперёд (по ходу автомобиля), шестерня входит в зацепление с шестерней *2*, сидящей на валу генератора, и, вращаясь вместе с передним карданным валом, вращает якорь генератора. Передвигаясь назад, шестерня-каретка входит в зацепление с шестернёй *17* концевого вала, и, вращаясь на переднем карданном валу, приводит во вращение концевой вал, а последний, будучи соединён посредством шарнира системы «Спайсер» с задним карданным валом, заставляет вращаться задний карданный вал и приводить в действие задний мост автомобиля. Находясь с среднем положении, шестерня-каретка выходит из зацепления с другими шестернями; при этом двигатель будет работать вхолостую, несмотря на то, что рычаг коробки передач может быть включён на любую скорость. При работе двигателя на генератор необходимо следить, чтобы рычаг коробки передач был установлен на четвёртую скорость, при этом зацепление в коробке скоростей обеспечивает прямое, непосредственное соединение двигателя автомобиля с передним карданным валом. Передний карданный вал своим

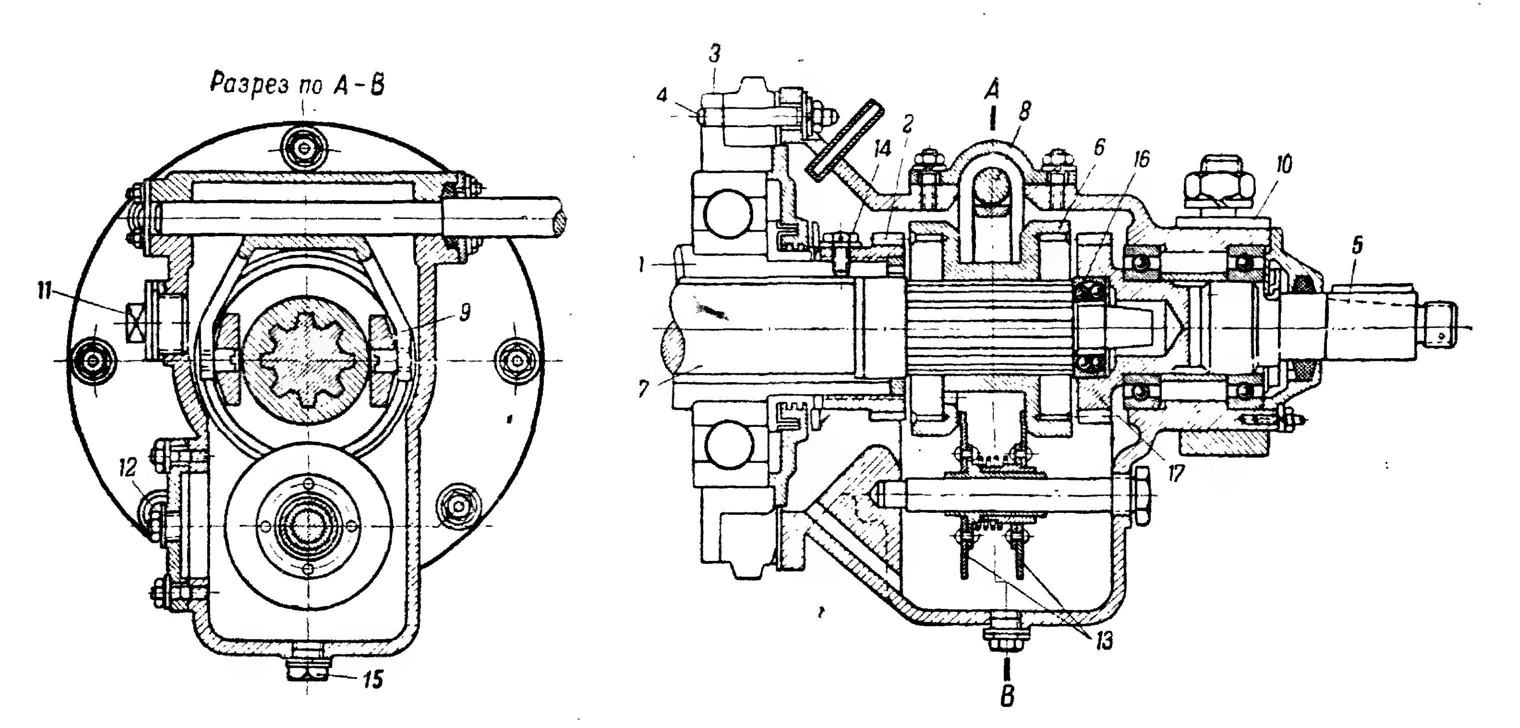


Рис. 138. Муфта переключения:

1—полый вал генератора; *2*—шестерня; *3*—внутренняя лабиринтная шайба генератора; *4*—шпилька; *5*—концевой вал с шестернёй; *6*—шестерня-каретка; *7*—передний карданный вал; *8*—вилка переключения; *9*—сухарь бронзовый; *10*—кронштейн-подшипник; *11*—пробка с квадратной головкой; *12*—пробка контрольная; *13*—стальные диски на латунных втулках; *14*—стопорный болт; *15*—пробка; *16*—шарикоподшипник; *17*—шестерня концевого вала.

передним концом, имеющим три лапы, соединён гибким резиновым диском *3* (рис. 136) с валом, выходящим из коробки скоростей, имеющим на своём конце также трёхлапчатый фланец.

Крепление фланцев с гибким диском осуществляется шестью болтами (с каждым фланцем тремя болтами, расположенными через 120°). Задний конец переднего карданного вала, оканчивающийся в муфте переключения, вместе с надетым на него шарикоподшипником, входит в специальную расточку, сделанную в концевом валу муфты переключения, и вращается на шарикоподшипнике.

Шестерня-каретка на шпоночном валике передвигается с помощью вилки переключения *8* (рис. 138), которая на своих концах имеет бронзовые сухари *9*, входящие в специально проточенный поясок на шестерне-каретке. Вилка переключения в верхней своей части сварена с валиком. Валик выходит из муфты и своим концом опирается на подшипник скольжения, крепящийся к поперечной балке (корытного профиля) шасси автомобиля. На этой же балке в середине крепится кронштейн-подшипник *10*, состоящий из двух половин; он прихватывает заднюю хвостовую часть корпуса муфты переключения к балке. При этом корпус муфты может повёртываться в подшипнике.

Во избежание перегрева (вследствие большого числа оборотов) вращающихся и трущихся частей внутри муфты сцепления последние смазываются автолом. Смазка производится разбрызгиванием. Для этой цели нижняя часть муфты — картер заливается маслом в количестве 650 г. Для заполнения и дальнейшего пополнения смазки с левой стороны (по ходу автомобиля) корпуса муфты имеется отверстие, закрывающееся большой пробкой *11* (рис. 138) с квадратной головкой на резьбе. С этой же стороны, ниже, в крышке люка имеется контрольная пробка *12* также на резьбе. Во время заливки масла контрольную пробку открывают и масло заливают до вытекания его через контрольное отверстие. Для опорожнения муфты от масла (в случае смены масла) в дне муфты имеется также пробка *15* на резьбе. Внутри муфты масло разбрызгивается с помощью двух стальных дисков *13*, сидящих на латунных втулках. Диски могут передвигаться на своих втулках вдоль валика, на который они насажены, и вращаться на этом валике. Верхняя часть дисков прижимается к боковым поверхностям проточенного пояска шестерни-каретки с помощью пружины, вставленной между дисками. Во время вращения шестерни вследствие трения начинают вращаться диски, которые и разбрызгивают смазку на все верхние детали муфты. Во избежание протекания и потери смазки во всех разъёмах проложены бумажные прокладки на

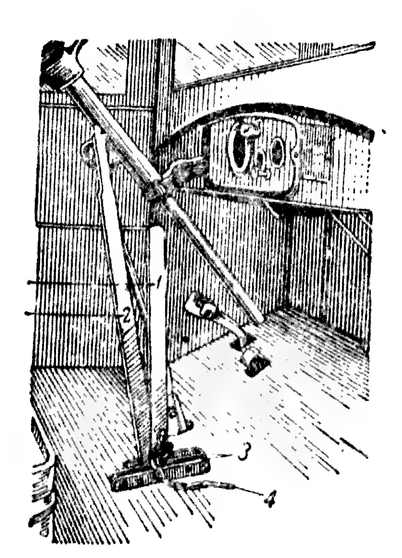


Рис. 139. Кабина водителя:
1 — рычаг муфты переключения; *2* — рычаг ручного тормоза автомобиля; *3* — секторы кронштейна; *4* — штифт рычага.

белилах, а выходящие из муфты вращающиеся части уплотнены войлочными (фетровыми) сальниками.

Шестерня-каретка переключается из кабины водителя следующим образом. В кабине рядом с тормозным рычагом *2* (рис. 139) установлен другой рычаг *1*, крепящийся подвижно на оси в специальном кронштейне. Кронштейн крепится болтами к корпусу коробки передач автомобиля с правой стороны. Рычаг на своей оси вращается между двумя направляющими кронштейна. Выше оси вращения рычага на кронштейне имеются два сектора *3* по обеим сторонам рычага с двумя отверстиями каждый, один против другого. Рычаг также имеет отверстие, которое может при вращении рычага совпадать с любой парой отверстий в секторах. В нижней своей части рычаг соединён тягой *7* (см. рис. 135) с рычагом, жёстко сидящим на валике переключения вилки муфты. Длина тяги *7* между двумя концами рычагов может регулироваться благодаря тому, что тяга имеет на своих концах вилки с резьбой. Отверстия в секторах и рычаге соответствуют трём положениям шестерни-каретки в муфте переключения (включена на динамо, находится в нейтральном положении и включена на задний карданный вал), которые фиксируются штифтом, прикреплённым к сектору на цепочке. На концевом валу муфты переключения крепится шарнир системы «Спайсер»; в другой конец его входит многошпоночный конец заднего карданного вала.

38. Регуляторы оборотов первичных двигателей прожекторных агрегатов

Ввиду необходимости поддерживать постоянным напряжение на зажимах динамомашины как во время сбрасывания нагрузки, так и во время работы прожектора, прожекторные агрегаты снабжают специальными регуляторами. Эти регуляторы могут быть как механические, так и электромагнитные самых разнообразных конструкций.

Механические регуляторы действуют или на принципе центробежных сил или на принципе колебания всасывания в зависимости от числа оборотов двигателя.

Принцип центробежных сил применён в регуляторе, установленном на новом прожекторном агрегате «Сперри».

Регулятор, действующий на принципе колебания всасывания при изменении нагрузки, также применяется в агрегатах фирмы «Сперри» и имеет следующее принципиальное устройство. Регулятор состоит из горизонтального скользящего поршня, регулирующего по своему положению площадь входного канала, через который подаётся горючая смесь в цилиндры. Этот поршень с одной стороны находится под действием втягивающего усилия, развиваемого разрежением под поршнями, а с другой стороны удерживается тремя эластичными спиральными пружинами. Эти пружины держат его в таком положении равновесия, при котором число оборотов двигателя постоянно и равно нормальному. При колебаниях нагрузки равновесие системы нарушается и затем восстанавливается в результате изменения количества подаваемой в цилиндр горючей смеси. В качестве примера электромагнитного регулятора рассмотрим регулятор, схема которого представлена на рис. 140.

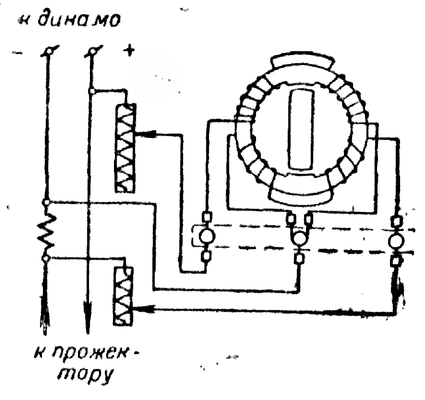


Рис. 140. Схема электромагнитного регулятора.

Он состоит из кольцевого электромагнита с двумя обмотками тонкой 530 — 600 витков проволоки на каждой стороне, причём проволока толщиной в 1 мм, и толстой — по 40 витков на каждой стороне, проволока диаметром 2,83 мм. Тонкая обмотка включена параллельно в цепь генератора, а толстая обмотка шунтирует специальное М-образное сопротивление, включенное последовательно в цепь динамомашины. Между полюсами электромагнита установлен подвижной ротор, набранный из мягкого железа и удерживаемый пружиной в определённом положении. Последовательно с обмотками включены добавочные сопротивления *4* и *3* (рис. 141). Сопротивление *3* включено последовательно с толстой обмоткой и им можно при помощи движка *7* регулировать силу тока в толстой обмотке (около 25 а). Сопротивление *4* включено последовательно с тонкой обмоткой и позволяет при помощи движка *6* регулировать силу тока в тонкой обмотке 3 — 4 а.

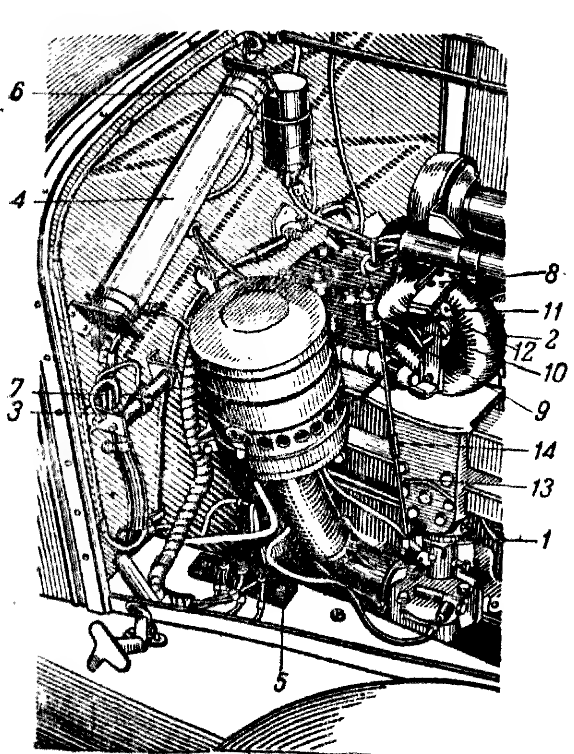


Рис. 141. Электромагнитный регулятор (вид спереди):

1—дополнительный патрубок с дроссельной заслонкой; *2*—регулятор (без крышки;) *3*—добавочное сопротивление толстой обмотки; *4*—добавочное сопротивление тонкой обмотки; *5*—клеммовая панель; *6* и *7*—движки сопротивлений; *8*—планка; *9*—рычажок; *10*—пружина; *11*—шпилька; *12*—специальная гайка; *13*—шарнирная разъёмная тяга; *14*—стяжная гайка.

Ось ротора электромагнита вращается в отверстиях двух латунных планок, привёрнутых с обеих сторон к кольцу. Планки расположены перпендикулярно к оси ротора и своими концами накладываются на полюсные наконечники. Один конец оси ротора выходит за планку и на нём крепится штифтом рычажок *9* (рис. 141); штифт оканчивается шариком. К рычажку одним концом закрепляется пружина *10*, которая другим своим концом через регулирующую шпильку *11*

и специальную гайку *12* притягивается к латунной планке *8*. На шарик рычажка *9* надета шарнирная разъёмная тяга *13*, длина которой может регулироваться с помощью стяжной гайки *14*. Второй конец тяги надет на рычаг, сидящий на оси добавочной дроссельной заслонки.

Принцип работы регулятора состоит в следующем. В нерабочем положении динамо пружина удерживает ротор электромагнита в положении полного открытия заслонки. По мере возбуждения динамомашины ток проходит по тонкой обмотке, образуется магнитное поле, в результате чего ротор, преодолевая силу пружины, увлекается этим полем в сторону, и добавочная дроссельная заслонка прикрывается настолько, что число оборотов двигателя при холостом ходе не превышает нормального, т. е. 1800 об/мин.

При включении дуговой лампы прожектора ток пойдёт через М-образное сопротивление, включенное последовательно в цепь нагрузки, и создаст определенное падение напряжения на концах этого сопротивления. В результате пойдёт ток через толстую обмотку регулятора, которая включена навстречу тонкой, и проходящий по ней ток создаст магнитное поле обратного направления по сравнению с полем тонкой обмотки. Полюса размагнитятся, и ротор под действием пружины будет поворачиваться в обратном направлении, открывая вместе с тем дроссельную заслонку настолько, чтобы при нормальном значении силы тока, нагрузки и напряжения на зажимах динамо число оборотов двигателя не уменьшалось ниже 1800 об/мин.

Регулятор устанавливается над выхлопной трубой двигателя. Для защиты его обмоток от нагрева выхлопной трубой под регулятором крепится защитный железный лист, обложенный асбестом. Управление автомобилем во время движения станции ничем не отличается от обычного. Разъёмная тяга (рис. 141) должна быть так отрегулирована стяжной гайкой *14*, чтобы при полном открытии дроссельной заслонки ротор электромагнитного регулятора не доходил до конусообразного регулировочного винта на 1 — 2 мм. Регулировочный винт ввёрнут в вертикальную переднюю планку, в которой вращается ось ротора.

Следует заметить, что привод от электромагнитного регулятора к дроссельной заслонке и расположение этой последней будут зависеть от конструкции принятого у данной машины карбюратора. Поэтому более подробное описание устройства всех этих элементов приводится в инструкциях по эксплоатации станций. Принцип действия во всех случаях остаётся один и тот же.

Регулирование самого регулятора производится только после сборки и установки его на прожекторной станции на заводе, а также после ремонта или замены каких-либо деталей в эксплоатации.

39. Электромонтажные схемы зенитных прожекторных станций и элементы этих схем

В том случае, когда прожектор не имеет дистанционного электрического управления, общая монтажная схема электрических соединений станции очень проста. Её легко изучить, быстро можно обнаружить неисправности и без особого труда устранить их. Например, очень проста схема зенитного прожектора типа О-15-2, у которого дуговая лампа имеет ручное управление, и потребителями тока на прожекторе, кроме дуговой лампы, являются еще лампы нака-

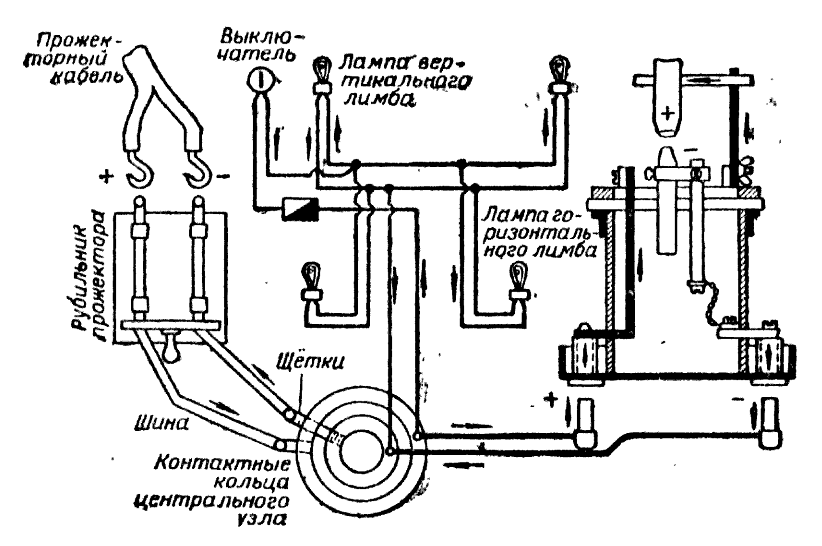


Рис. 142. Электрическая схема прожектора О-15-2.

ливания для освещения лимбов. Схема этого прожектора представлена на рис. 142 и не требует никаких пояснений.

Закрытый зенитный прожектор с автоматической дуговой лампой будет иметь более сложную электромонтажную схему, так как здесь уже смонтировано несколько электромеханизмов. Примером такой схемы является схема закрытого зенитного прожектора типа З-15-4, работающего в качестве сопроводителя, представленная на рис. 143.

Но ещё более сложными следует признать монтажные схемы систем «Прожзвук», где имеется ряд электромеханизмов, обеспечивающих синхронную передачу на прожектор исправленных данных звукопеленгатора через пост дистанционного электрического управления.

Рассмотрим здесь кратко некоторые монтажные схемы систем «Прожзвук» для выявления общих методов подхода к изучению подобного рода схем.

На рис. 144 представлена полная схема электрических соединений системы «Прожзвук Сперри» или системы «Прожзвук-1» с силовой синхронной передачей на постоянном токе. Здесь от прожекторного агрегата, схема распределительного устройства которого представлена справа, отходят два двухжильных кабеля, каждый длиной 200 м. Первый двухжильный кабель имеет сечение жил 50 мм² и на своих концах по две муфты с штепсельными ножками. Одна пара муфт (на разных концах кабеля), окрашенная в красный цвет, принадлежит одной жиле и соединяется с положительным полюсом источника; другая пара муфт, окрашенная в синий цвет, соединяется с отрицательным полюсом. Положительная и отрицательная муфты имеют различные диаметры, чтобы в темноте невозможно было их перепутать и неправильно соединить, изменив полярности. Этот кабель, предназначенный для питания прожектора, чаще всего имеет обе жилы заключёнными в одну оболочку.

Второй двухжильный кабель, отходящий от агрегата, служит для питания системы синхронной передачи и, как видно из схемы агрегата, он включается до балластного сопротивления. На концах этого кабеля имеется по одной муфте, окрашенных в жёлтый цвет, с двумя штепсельными ножками малого диаметра.

Через основной прожекторный кабель питаются:

1) дуговая лампа — через кольца и щётки, через главный рубильник *20* на прожекторе и через коробку измерительных приборов *19*;

2) лампочки для освещения горизонтального *27* и вертикального *26* лимбов прожектора;

3) лампочки внутри кожуха *25* в коробке измерительных приборов *19* и электродвигатель вентилятора прожектора.

Сети питания системы силовой синхронной передачи получают питание от рубильника *24* в распределительной коробке, установленной на тележке прожектора. Эти цепи могут быть разделены на пять отдельных цепей, которые следует рассматривать отдельно.

1. Сеть питания дающих ключей корректора и поста управления выполнена так: от рубильника *24* через проводники *9* и *10* в двенадцатижильном кабеле длиной 60 м при напряжении тока 100 — 105 в питание подводится к клеммам штепсельной розетки на посту управления, затем через предохранители в 1,8 а на кольца дающих ключей азимута *9* и угла места *10*. Под такими же номерами эти проводники *9* и *10* присоединены к другой штепсельной розетке поста; отсюда также через двенадцатижильный кабель длиною 60 м напряжение подаётся к соединительной коробке *6* на прицепке звукопеленгатора. Отсюда через такие же два предохранителя—на кольца дающих ключей азимута *1* и угла места *2* корректора. Таким образом, кольца всех четырёх дающих ключей подключены друг к другу параллельно.

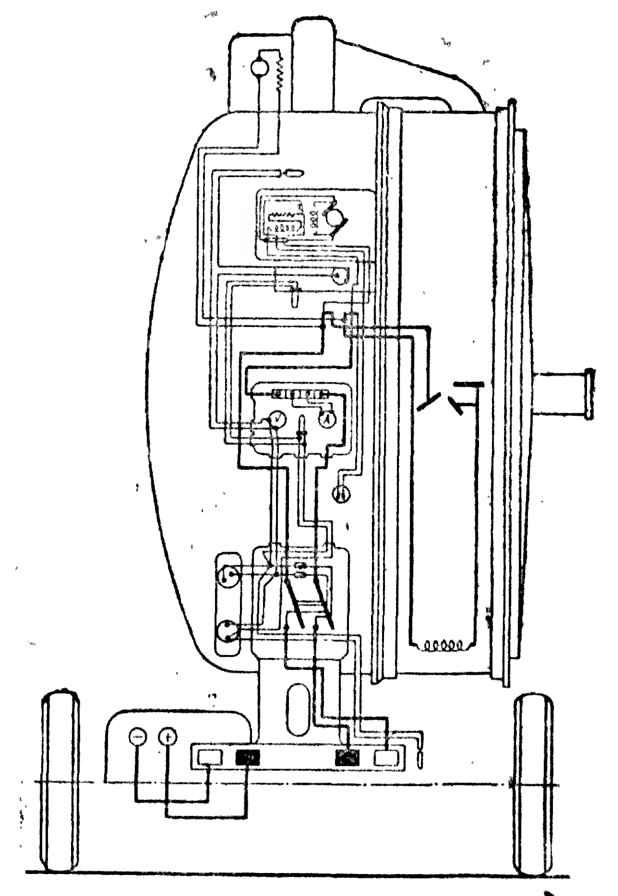


Рис. 143. Электрическая схема прожектора З-15-4.

2. Сеть связи дающих ключей корректора с синхронными моторами поста управления выполнена в следующем виде: от внешнего среднего кольца дающего ключа азимута корректора *1* через три проводника *6*, *7* и *8* сечением 1 мм² ступенчатое напряжение подводится к клеммам соединительного ящика *6*. Здесь включено в каждую фазу сопротивление в 70 ом и к этим фазам подключены искрогасящие конденсаторы. От дающего ключа угла места идут совершенно такие же проводники *1*, *2* и *3*, которые кабелем, указанным ранее, соединяются с постом управления, а здесь с соответствующими фазами принимающих синхронных моторов *7* и *8*.

3. Сеть связи дающих ключей поста с синхронными моторами на прожекторе осуществлена в следующем виде: от щёток дающих ключей азимута и угла места *10* и *9* через шесть фазовых проводников *6*, *7* и *8* и *1*, *2* и *3* сечением 1 мм² через кабель, соединяющий пост с прожектором, и через сопротивления по 70 ом ступенчатое напряжение подводится к синхронному мотору азимута прожектора и через кольца в поворотном столе—к синхронному мотору угла места.

4. Сеть питания сервомоторов прожектора выполнена так: от минусовой шины рубильника *24* к коробке добавочных сопротивлений *22*. Эти добавочные сопротивления, равно как и упоминавшиеся ранее сопротивления в фазовых проводах дающих ключей, представляют собой или фарфоровые трубки

с намотанной на них проволокой, залитой особым составом глазури, или плоские катушки. Сопротивления в сети питания сервомоторов расположены в коробках *22*, монтированных на тележке и на лире прожектора, и имеют общее сопротивление пяти трубок, соединённых последовательно, 15,5 ом. От коробки сопротивлений напряжение передается на сервомоторы.

5. Сети питания сигнальных лампочек (через нулевые контакторы) и сигнальных звонков выполнены следующим образом: при замкнутом нулевом контакторе азимута *23* на прожекторе ток подводится через проводники *5* к лампочке *14* поста управления. При замкнутом нулевом контакторе угла места на прожекторе ток подводится от плюсового кольца через контактор, через малое внутреннее кольцо к зажиму *4*, отсюда через кабель к лампе накаливания *15* и звонку *17*, а от них к проводу *9*. При замыкании нулевых контакторов *12* и *13* на посту управления через проводники *4* и *5* включаются сигнальные лампы *3* и *4* на корректоре.

В кабеле, соединяющем прожектор с постом управления, имеется одна свободная жила *12*, а в кабеле от поста к корректору имеются две запасные жилы *11* и *12*.

На рис. 145 приведена электромонтажная схема системы «Прожзвук-2», где применена синхронная передача на постоянном токе и передача на переменном токе.

В этом случае электрическая схема агрегата имеет те особенности, что здесь, во-первых, нет балластного сопротивления в сети питания дуговой лампы прожектора; во-вторых, здесь на агрегате установлен умформер, т. е. преобразователь постоянного тока в переменный, предназначенный для питания статорных обмоток дающих и принимающих моторов синхронной передачи на переменном токе; в-третьих, имеется некоторая особенность монтажа распределительного щита.

Следует заметить, что распределительный щит на станциях З-15 смонтирован в металлической коробке с крышкой и расположен на задней стенке кабины шофера. Панель распределительного щита (рис. 146) станции З-15-4 обращена внутрь кабины, что даёт возможность обслуживать одному лицу и распределительное устройство и двигатель. На панели щита смонтированы: реостат возбуждения *8*, рубильник двухполюсный щеточный *6*, вольтметр *2* со шкалой на 140 в, амперметр *3* со шкалой на 300 а, предохранитель *4* на 200 а в цепи главного тока с плавкой вставкой, лампа *7* для освещения приборов и три трубчатых предохранителя *5*, один для лампы освещения, другой для вольтметра и третий для умформера.

Металлическая крышка панели *1* (рис. 146) имеет соответственно расположенные отверстия, что позволяет вести наблюдение за приборами при закрытом щите.

На задней стороне панели произведен монтаж всех этих элементов. Здесь установлен шунт амперметра, установлено М-образное сопротивление для подключения толстой обмотки электромагнитного регулятора и реостат возбуждения, рукоятка которого выведена на панель. Сзади распределительный щит прикрыт крышкой (рис. 147). На задней стенке кабины шофера рядом с распределительным щитом установлены два штепселя *1* «плюс» и «минус» постоянного тока и штепсель переменного тока, не показанный на рисунке, а также предохранители *5* в цепи переменного тока.

От агрегата отходят два специальных кабеля, один — сечением 2×50 мм² двухжильный гибкий длиной 170 м для постоянного тока

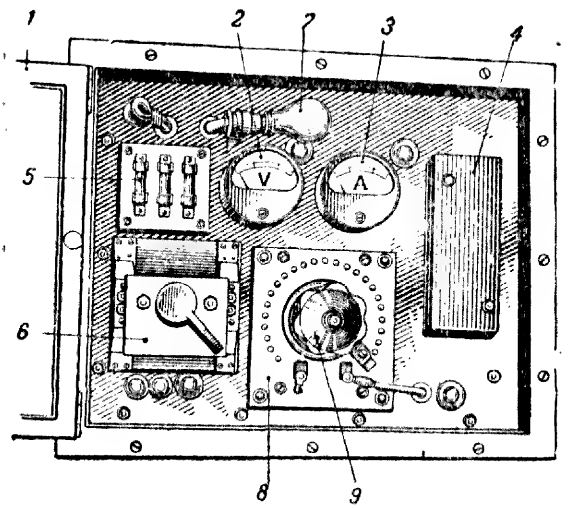


Рис. 146. Распределительный щит станции-сопроводителя (вид спереди):

1—крышка щита; 2—вольтметр; 3—амперметр; 4—предохранитель; 5 — предохранители малые; 6 — рубильник; 7—контрольная лампа напряжения генератора; 8—шунтовой реостат; 9—маховичок шунтового реостата.

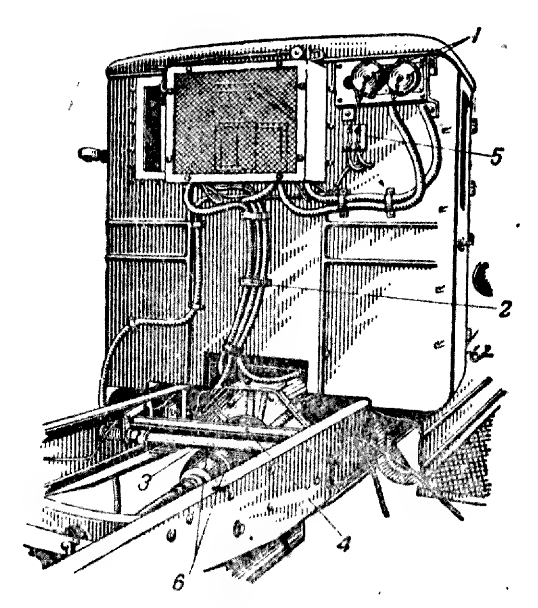


Рис. 147. Вид на кабину шофера сзади:

1—штепсели (+ и —); 2—скоба крепления кабеля; 3—тормозной валик; 4—поперечная балка; 5—предохранители; 6—фланец сочленения «Спайсер» заднего карданного вала

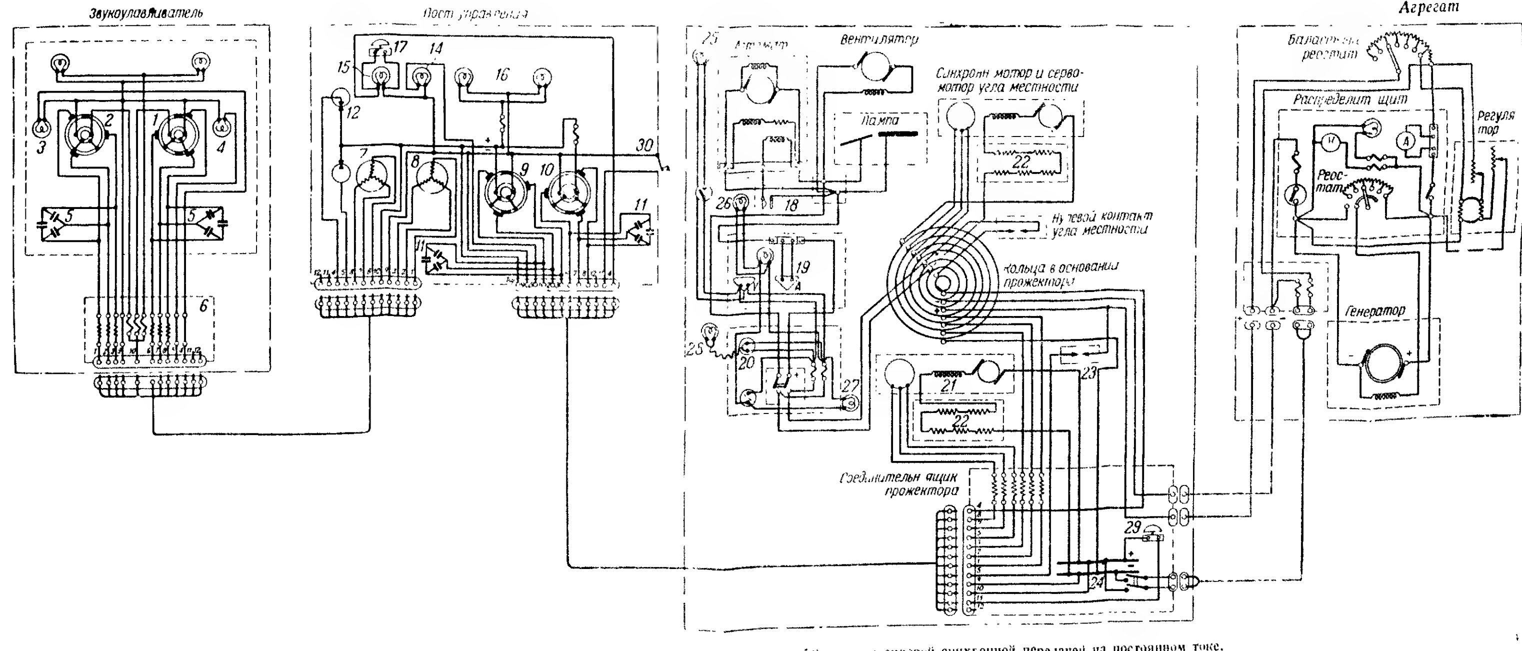


Рис. 144. Полная схема электрических соединений системы «Прожзвук Сперри» с силовой синхронной передачей на постоянном токе.

Прожектор

Пост управления

Корректор (2а)

Агрегат

Агрегат угла места

Агрегат азимута

Лампа на 110 в

Конденсаторы по 2 мкф на фазу (6 шт)

Ключ угла места

Ключ азимута

Дающий асинхр мотор азимута

Дающий асинхр мотор уг места

Штепс вилка и муфта

Нижние кольца

Верхние кольца

Коробка рубильника

Переносная лампа

Коробка добав. сопр

Распред щит

Штепс

Реостаты

Тормоз обмотка

Ум форм

Рис. 145. Электрическая схема системы «Прожзвук-2».

и другой — сечением 2 $\times$ 25 мм² двухжильный гибкий длиной 170 м для переменного тока.

Через кабель постоянного тока питаются: дуговая лампа прожектора — через распределительную коробку на тележке прожектора, кольца в нижней части поворотного стола через коробку рубильника и коробку измерительных приборов; через этот же кабель питаются постоянным током: дающие ключи, к которым берется ответвление с прожектора на пост управления, и система освещения на прожекторе, к которой берется питание через предохранители от коробки рубильника на прожекторе.

Сети питания системы силовой синхронной передачи на постоянном токе и индикаторной синхронной передачи на переменном токе могут быть разделены на пять отдельных цепей, которые следует рассматривать отдельно (рис. 145).

Первая цепь — сеть питания дающих ключей постоянным током выполнена следующим образом. От минусового штепселя постоянного тока на распределительной коробке прожектора ответвляется проводник, идущий на 10-амперный предохранитель и далее через двухполюсный выключатель в штепсельную вилку и муфту белого цвета, которая присоединена к кабелю длиной 70 м, идущему к посту управления. Плюсовой конец для питания дающих ключей взят от плюсового зажима в коробке рубильника главного тока на прожекторе и проходит через коробку добавочного сопротивления на крайнее кольцо *4* в нижней части поворотного стола прожектора, откуда через коробку с балластным сопротивлением в фазах синхронных агрегатов в распределительную коробку прожектора, к 10-амперному предохранителю, к двухполюсному выключателю постоянного тока на распределительной коробке и к белой кабельной муфте.

Роль добавочного сопротивления, установленного на правой стойке лиры прожектора и включённого в цепь питания дающих ключей, заключается в следующем. На дающие ключи следует подавать питание постоянного тока при напряжении в 70 в. Когда дуга не горит, на прожектор подаётся от агрегата напряжение около 110 в, тогда падение напряжения в кабеле, подводящем питание к дающим ключам от прожектора (кабель с белыми муфтами), недостаточно для того, чтобы получить на зажимах ключей 70 в. Поэтому питание в этих условиях и осуществляется через коробку добавочных сопротивлений, содержащую две катушки сопротивлений, соединенные параллельно. Общее сопротивление катушек 2,8 ом. Сопротивление одной катушки 5,6 ом. Если же дуговая лампа прожектора включена и дуга горит, то имеется достаточно большое падение напряжения на дуге и дающие ключи следует питать помимо добавочного сопротивления. Это достигается следующим образом: при включении главного рубильника прожектора через блок-контакт, установленный в коробке главного рубильника, сопротивления в цепи питания дающих ключей шунтируются и фактически питание осуществляется от плюсового контакта рубильника помимо добавочных сопротивлений.

Через десятижильный кабель с белыми муфтами питание дающих ключей постоянным током осуществляется по жилам *9* и *10* с сечением в 2,5 мм². Эти жилы подходят в тумбе поста управления к двум

6-амперным предохранителям, от них на кольца и от колец через короткий кабельный конец с белой муфтой к коробке с дающими ключами поста. Оба ключа присоединены к сети питания постоянным током параллельно.

Вторая цепь — сеть питания статорных обмоток силовых синхронных агрегатов прожектора выполнена следующим образом. От трех щеток каждого из дающих ключей пульсирующий ток подводится через кабель с белыми муфтами (шесть жил сечением 1 мм²: *1*, *2* и *3* — угол места и *4*, *5* и *6* — азимут) к распределительной коробке на тележке прожектора. Отсюда через кабели *А* и *Б* к коробке с балластными сопротивлениями в фазах синхронных агрегатов.

Эти сопротивления включены для уменьшения крутизны падения характеристики динамических моментов и увеличения крутизны кривой нарастания токов агрегатов. Величина сопротивления — 4 ом на каждую фазу.

Кабель *Б* имеет четыре жилы, причём четвёртая жила используется для проводника питания дающих ключей постоянным током. От коробки с балластным сопротивлением подаётся непосредственно питание на статорные обмотки синхронных моторов агрегата азимута, и через три кольца в нижней части поворотного стола — на синхронный агрегат угла места.

Параллельно фазам дающих ключей включены конденсаторы для уменьшения искрообразования. Большая часть этих конденсаторов помещена в распределительной коробке прожектора; здесь установлено два пакета конденсаторов по 18 шт. в каждом, ёмкость каждого конденсатора 2 мкф. Два пакета конденсаторов по 6 шт. установлены в коробке компаратора поста управления.

Третья цепь — сеть питания статорных обмоток дающих и принимающих моторов индикаторной синхронной передачи на переменном токе осуществлена следующим образом. Переменный ток подаётся на прожектор от умформера к распределительной коробке через кабель с малыми двухштепсельными муфтами жёлтого цвета. От вилки такой муфты переменный ток подаётся на двухполюсный выключатель переменного тока, от которого, с одной стороны, к муфте жёлтого цвета двенадцатижильного кабеля переменного тока, соединяющего прожектор с постом управления, с другой стороны, на верхние кольца переменного тока на прожекторе и отсюда на статорные обмотки датчиков прожектора. Кабель с жёлтой муфтой подходит к посту управления, здесь жилы *9* и *10* разветвляются, и через два 2,5-амперных предохранителя подаётся питание переменного тока на кольца тумбы и от них на статорные обмотки моторов приемников в коробке компаратора. Все статорные обмотки этих моторов подключены к сети питания параллельно друг другу. Здесь же в коробке компаратора к этой сети переменного тока подключены две лампочки для освещения шкал компаратора. Кроме того, от жил *9* и *10* жёлтой муфты через два 2,5-амперных предохранителя ответвляется параллельная ветвь в муфту красного цвета кабеля длиной в 70 м, соединяющего пост управления со звукопеленгатором. На звукопеленгаторе от муфты красного цвета питание переменного тока подаётся на статоры моторов датчиков корректора. Здесь же установлен

понижающий трансформатор, от которого берётся питание на осветительные лампы корректора. Таким образом, статорные обмотки моторов-датчиков корректора оказываются включёнными также параллельно в общую цепь питания переменного тока.

Четвертая цепь — роторы моторов-датчиков корректора через кабель с красными муфтами, кольца в треноге поста управления и через кабельный конец с муфтой красного цвета соединяются с роторами принимающих моторов в коробке компаратора.

Пятая цепь — роторы моторов приемников от прожектора в коробке компаратора поста управления соединены через конец кабеля с жёлтой муфтой, через кольца в тумбе поста управления и через кабель с жёлтыми муфтами — с распределительной коробкой на прожекторе. От распределительной коробки шесть фазовых проводов роторных цепей идут на верхние кольца переменного тока на прожекторе, к которым и присоединены ротор датчика азимута прожектора и ротор датчика угла места прожектора.

Все десятижильные кабели синхронной связи в системе «Прожзвук» этого типа имеют сечение жил 2 × 2,5 мм² и 8 × 1 мм², причём в каждом кабеле занято восемь жил, а две жилы являются запасными на случай обрыва. В треноге поста управления из 23 колец занято 22, одно кольцо — запасное.

У звукопеленгатора типа ЗТ-5 электрическая схема соединений несколько отличается от схемы, приведённой на рис. 145. Это отличие, во-первых, состоит в том, что монтаж этой схемы выполнен совершенно по-другому вследствие другой конструкции корректора (датчики на стойке исправленных координат); во-вторых, в силу подвижности корректора, здесь в схему введено девять контактных колец (два для питания статорных обмоток датчиков переменным током *4* и *5*, три — для соединения фаз ротора датчика азимута *1*, *2* и *3*, три — для соединения фаз ротора датчика угла места *6*, *7* и *8* и одно кольцо запасное). Схема соединений этого звукопеленгатора приведена на рис. 148.

Несколько по-особому выглядит схема прожекторного агрегата станции типа ПО-15-8 (рис. 149). В этом случае спуск и подъём прожектора на платформу автомобиля могут осуществляться при помощи моторной электрифицированной лебёдки. Питание мотора лебёдки осуществляется от генератора станции. Пусковое реле (схема на рис. 149) предназначается для выбрасывания из цепи якоря мотора лебёдки пускового сопротивления, служащего для ограничения пускового тока мотора. Это сопротивление работает только в момент запуска, далее включением реле оно шунтируется, а основной ток проходит через якорь, минуя пусковое сопротивление. Регулирование силы притяжения пластины реле осуществляется пружиной. Перед запуском реле должно быть разомкнуто, затем, при подъёме или спуске прожектора оно замкнуто. Зазор между контактами реле регулируется изогнутой планкой.

Спуск прожектора осуществляется следующим образом: переключить передаточный вал лебёдки с ручного управления на моторное при помощи рукоятки, расположенной перед передним бортом; снять стяжки, крепящие прожектор к полу платформы; включить динамо и произвести следующее включение на щите управления лебёдкой; рукоятку рубильника включить влево, чем будет приведена во вращение лебёдка. В начале движения прожектор необходимо подтолкнуть, чтобы, став на аппарели, он начал спускаться самостоятельно.

Для подъёма прожектора рубильник на щите управления лебёдкой включается в правую сторону. Когда мотор лебёдки будет автоматически включён

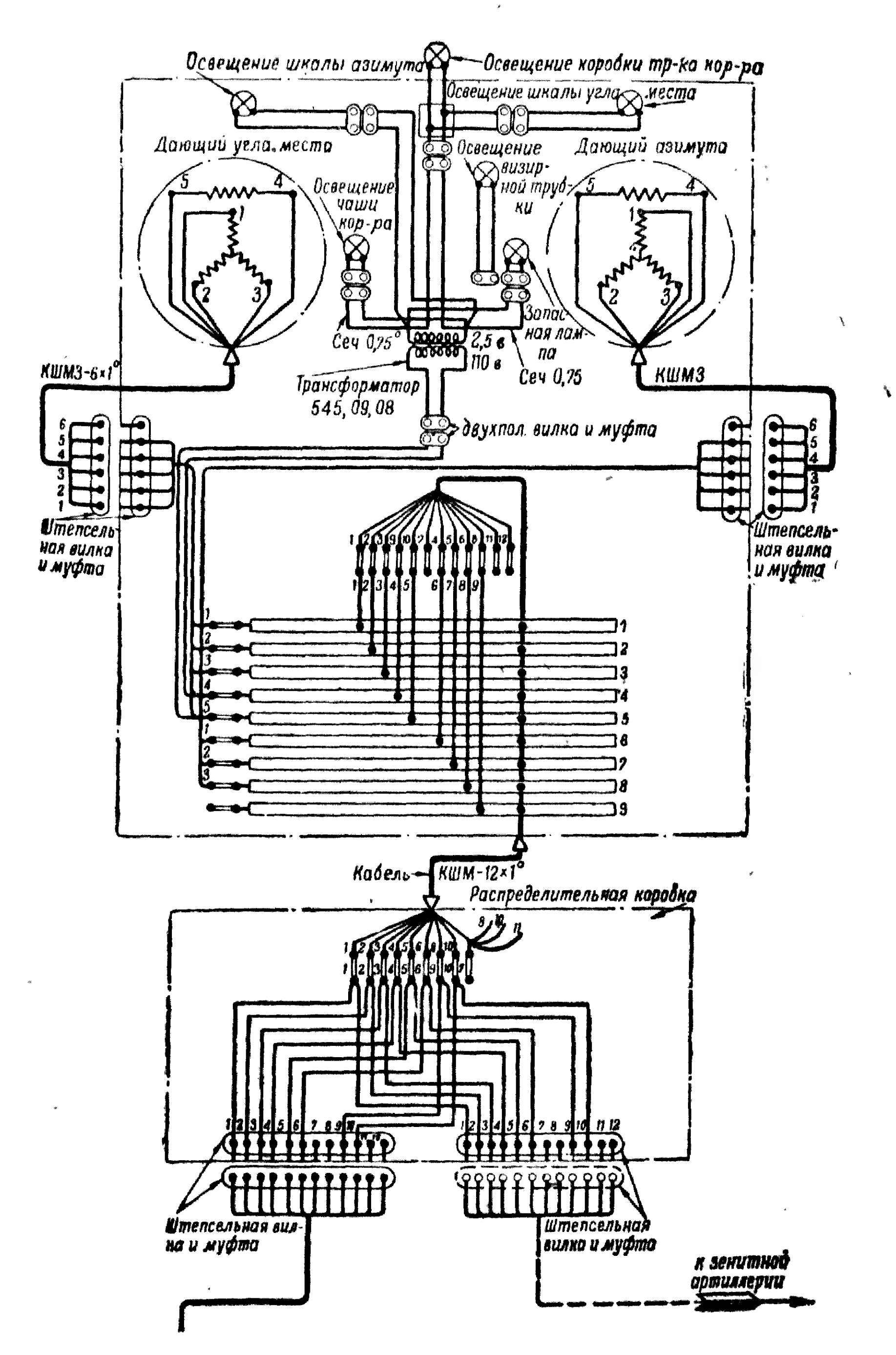


Рис. 148. Электрическая схема звукопеленгатора ЗТ-5.

кнопкой, расположенной на левой направляющей, следует выключить все рукоятки и включить динамомашину.

Мотор для подъёма прожектора взят типа ПН-10 мощностью 1,5 кв, на 120 в при 2200 об/мин с компаундным возбуждением. Управление мотором производится со щитка лебёдки, расположенного в коробке на правом борту сзади кузова автомашины.

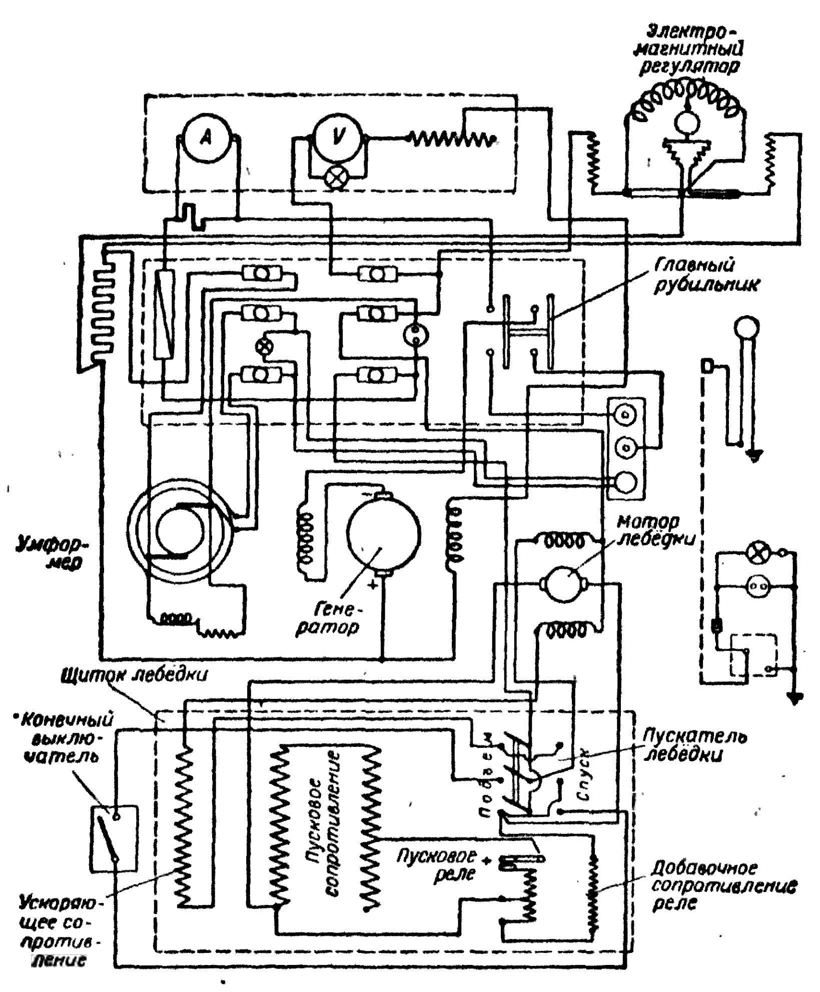


Рис. 149. Электрическая схема прожектора и агрегата ПО-15-8.

Для питания синхронной передачи переменного тока прожекторные агрегаты снабжаются преобразователем, который устанавливается в специальном ящике под левым бортом платформы автомобиля (по ходу автомашины), а на станциях ПО-15-8 внутри платформы автомобиля. На рис. 150 изображена схема этого одноякорного преобразователя типа Т-10 (на станциях ПО-15-8 установлен преобразователь типа ПО-550). Для поддержания нормального числа оборотов в цепь возбуждения со стороны постоянного тока, как это показано

на рис. 150, включено добавочное сопротивление от 100 до 250 ом. Без этих добавочных сопротивлений преобразователь даёт пониженное число оборотов и, следовательно, пониженную частоту со стороны переменного тока. Вследствие этого индуктивное сопротивление включаемых на преобразователь синхронных моторов уменьшается, а вместе с тем сильно растет сила тока, вызывая перегрев преобразователя. Часто от перегрева преобразователь горит.

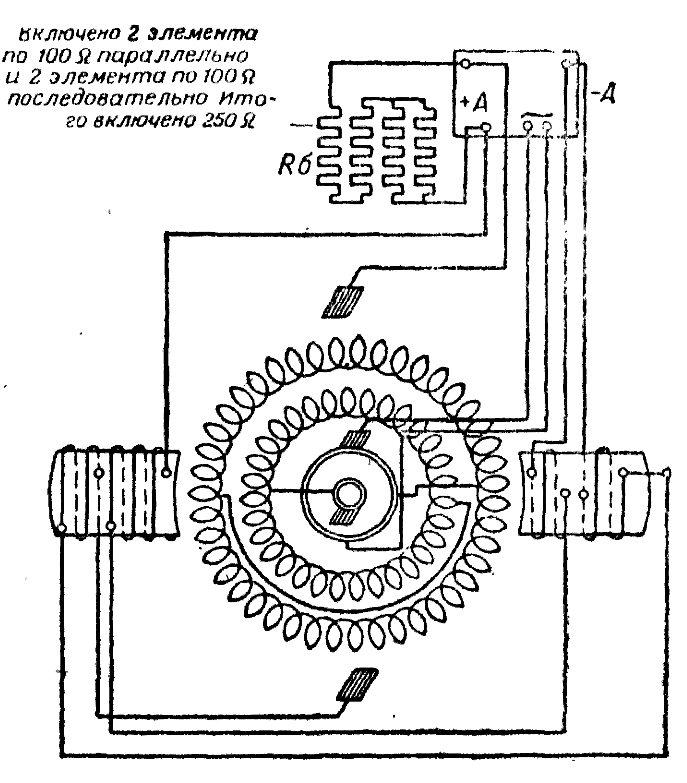


Рис. 150. Электрическая схема преобразователя Т-10.

Кабельное оборудование системы «Прожзвук» разделяется на кабели приборные и кабели, срединяющие элементы системы. На концах кабели имеют штепсельные муфты, необходимые для соединения со штепсельными вилками приборов системы.

Монтаж кабеля в муфтах производится следующим образом. Разделанные концы кабеля вставляются в муфты. В сальнике гайка сжимает уплотнительным кольцом наружную оболочку кабеля и тем самым не даёт влаге проникать внутрь кабельной муфты. С течением времени резиновые уплотнительные кольца в муфтах усыхают и теряют свойства уплотнителей. Рекомендуется поэтому периодически просматривать муфты и по мере надобности подтягивать гайку уплотнительного кольца. В случае надобности резиновое кольцо заменяется запасным. При входе в кабельную муфту наружная резиновая

оболочка кабеля закрепляется на специальном металлическом кольце, в центре перекладины которого крепится стальной трос кабеля. При закреплении троса пайкой жилы кабеля припаиваются к соответствующим контактным гнёздам муфты. При таком монтаже все усилия от натяжения кабеля передаются не на жилы, а на стальной трос.

Система «Прожзвук-1» имеет четыре основных кабеля, система «Прожзвук-2» — пять основных кабелей.

Следует заметить, что для удобства обслуживания и ремонта вся внутренняя проводка на приборах систем «Прожзвук» выполняется проводниками с цветными оплётками, причём цвет оплётки сохраняется один и тот же для всех проводников, обозначенных на схеме одним номером. Оплётка жил в многожильных кабелях делается также цветной в полном соответствии с расцветкой проводников внутреннего монтажа.

В заключение необходимо указать, что электромонтажные схемы систем «Прожзвук», выпускаемых различными фирмами, существенно отличаются друг от друга в зависимости от принятого способа синхронной передачи, от взаимного расположения элементов системы «Прожзвук» (например, иногда пост управления устанавливается на звукопеленгаторе) и от принятых методов монтажа различных приборов. Характер кабельной сети и её длина будут, кроме того, зависеть от предусмотренного расположения элементов системы на позиции и от удаления этих элементов друг от друга.

ГЛАВА XII

ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА СИСТЕМ «ПРОЖЗВУК»

40. Транспортный монтаж прожектора и агрегата

Как уже неоднократно указывалось ранее, современные зенитные прожекторные станции являются чаще всего автомобильными станциями, т. е. монтируются на тех или иных грузовых автомашинах или прицепках автотракторного типа.

Существует пять основных способов транспортного монтажа зенитных прожекторных станций:

1. Прожектор и агрегат монтированы на самостоятельных тележках и вкатываются для транспортировки на платформы двух грузовых автомобилей или прицепок.

2. Транспортным средством для прожектора служит автомашина, двигатель которой используется и для вращения генератора электрической станции (прожекторного агрегата).

3. Прожектор монтируется на прицепке (двух или четырёхколёсной), которая буксируется грузовым автомобилем, являющимся одновременно и подвижной электрической станцией и транспортирующим съёмный прожекторный агрегат.

4. Монтаж прожектора и других элементов станции несъемный на платформе автомобиля.

5. Прожектор и агрегат монтированы на прицепках, причем на позиции платформы прицепок снимаются с колёс и последние удаляются.

Укажем на некоторые характерные примеры транспортного монтажа зенитных прожекторов.

Первый способ транспортного монтажа. По этому способу монтируются новые прожекторные станции типа «Сперри», когда агрегат и прожектор вкатываются на платформы двух специальных прицепок к грузовым трехтонным автомашинам; команда и все необходимые принадлежности, запасные части и расходные материалы станции транспортируются на этих машинах.

Всё это имущество строго определённо укладывается на своих местах и крепится по-походному к бортам и полу платформ. Для предохранения имущества от дождя и снега обе платформы и прицепки закрыты со всех четырёх сторон и сверху брезентовыми чехлами, натянутыми на каркас из полос железа. Каркас укреплён к бортам машины при помощи шарнирных замков.

Для доступа света в брезенте имеются окна из целлулоида. Прожектор и агрегат на позиции скатывается с платформ прицепок по аппарелям, представляющим собой два швеллерных бруса, которые устанавливаются наклонно, опираясь верхними концами в задний край пола платформы, а нижними в землю.

Спуск и подъём прожектора и агрегата осуществляются при помощи лебёдок с ручным приводом.

Подобный способ монтажа невыгоден во многих отношениях, в основном следующих: здесь станция должна иметь три двигателя внутреннего сгорания, что усложняет обслуживание и увеличивает стоимость станции; времени на развёртывание и свёртывание станции расходуется больше и вероятность поломок и неисправностей на станции тоже больше.

Преимуществами такого монтажа являются: меньшие габариты и кубатура прожектора и агрегата, значит, удобнее можно маскировать станцию на позиции; удобнее передвижение элементов станции на позиции; меньше уязвимость станции.

Второй способ транспортного монтажа. По этому способу монтируются зенитные прожекторные станции «Сперри» и типа З-15. В этом случае прожектор скатывается с платформы автомобиля, а двигатель последнего приводит во вращение динамо, и этот автомобиль является прожекторным агрегатом.

Рассмотрим монтаж более подробно. Платформа автомобиля в этом случае специально оборудуется для транспортировки прожектора, принадлежностей станции, запасных частей и пяти человек команды, трое из которых сидят на платформе, а двое — в кабине шофера. Фирма «Сперри» монтирует зенитные прожекторы этого типа на автомашинах «Кадиллак» и «Кадиллак-Дуплекс», прожекторы З-15-3 и З-15-4 монтировались на автомашинах АМО-3 и АМО-4[1], прожекторы З-15-4А и З-15-4Б монтированы на машинах ЗИС-12, прожекторы

[1] В настоящее время эти машины сняты с производства и заменены машинами ЗИС-5, ЗИС-6 и ЗИС-12.

ПО-15-8 монтированы на машине ЗИС-6. Все автомобили оборудовались примерно одинаково и платформы их имели вид, подобный представленному на рис. 151. Передние углы платформы армированы листовым железом. Задний борт *1* откидывается на двух петлях. На платформе имеются четыре сиденья (из них одно запасное): два мягких *2* в передних углах платформы и два полужестких *3* на заднем борту. Передние мягкие сиденья имеют поручни и крепятся на бортах к кронштейнам кабельной катушки. В передней части плат-

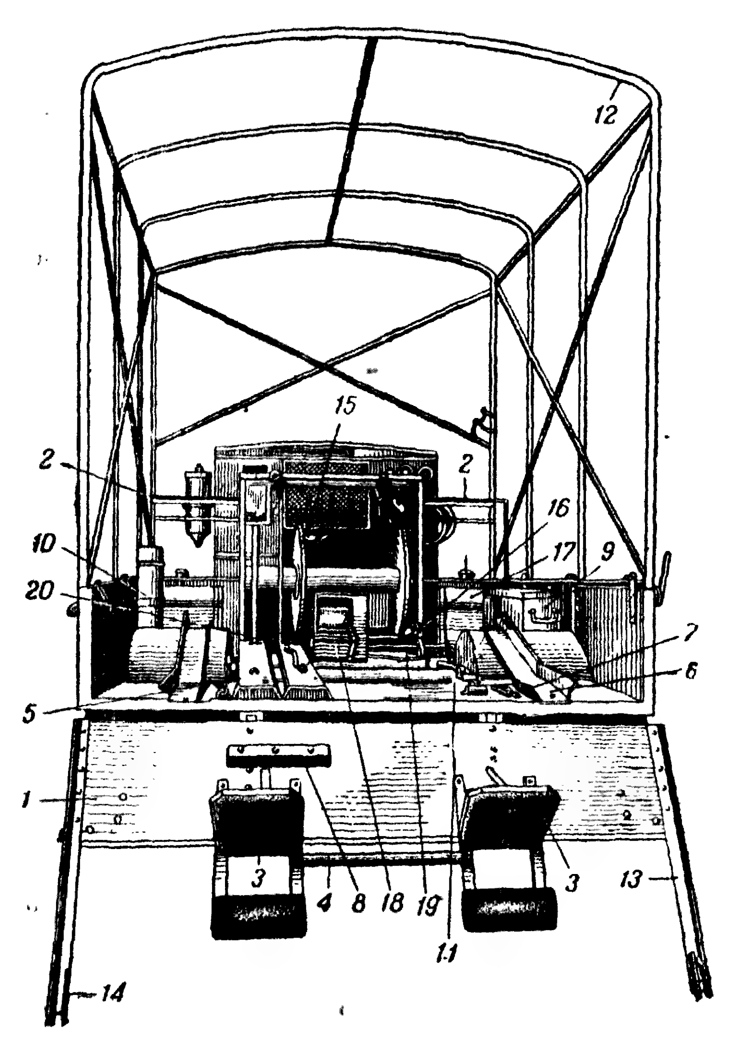


Рис. 151. Вид платформы сзади
(мягкие подушки с сидений сняты, брезентовый верх снят):

1—задний откидной борт; *2*—мягкие сиденья; *3*—полужёсткие сиденья; *4*—ролик; *5*—аппарели; *6*—направляющие; *7*—стяжные гайки; *8*—колодка; *9*—ящик для буссоли; *10*—банка с углями; *11*—лом; *12*—каркас брезентового верха; *13*—уголки крепления каркаса; *14*—планки; *15*—кабельная катушка; *16*—тормоз кабельной катушки; *17*—бензобак; *18*—лебёдка; *19*—вал приводной; *20*—скобы для упора аппарелей.

формы между сиденьями, на кронштейнах из углового железа, на подшипниках скольжения с латунными вкладышами установлена **кабельная катушка** *15*. Кабельная катушка с одним железным и тремя фанерными дисками, армированными листовым железом, делится на две части. Бóльшая часть катушки предназначается для наматывания кабеля станции, служащего для питания дуги прожектора постоянным током. Меньшая часть катушки предназначена для наматывания кабеля питания системы синхронной передачи переменным током. Кабельная катушка вращается на металлической оси в подшипниках, смазывающихся через масленки тавотом. Во время развертывания станции для работы кабель с катушки разматывается. Для того чтобы во время раскручивания кабеля катушка, вращаясь в своих подшипниках, не развивала большой скорости и не запутывался кабель, катушка имеет тормоз. **Тормоз** *16* представляет собой чугунную колодку, шарнирно укреплённую на одном конце рычага. Рычаг на оси крепится к кронштейну кабельной катушки и может на ней вращаться; на другом конце рычаг останавливается педалью. Нажимая ногой на педаль, тормозную чугунную колодку прижимают к армированному торцу диска кабельной катушки. Как только педаль перестают нажимать ногой, тормозная колодка оттягивается вниз с помощью пружины и освобождает катушку.

Кабельные муфты при наматывании кабеля на катушку укладываются между средними дисками катушек, проходя через специальные отверстия в дисках. Для того чтобы кабель во время разматывания и наматывания на катушку не терся о пол платформы, он перебрасывается через специальный ролик *4*, вращающийся на оси между спинками сидений на заднем борту. Концы оси ролика приварены к спинкам сидений. По обеим сторонам кабельной катушки перед передними мягкими сиденьями установлены **баки для бензина,** питающие станцию в походном положении и во время стационарной работы. К кранику правого бензобака крепится тройник, к нему подходит бензопровод от левого бензобака; от тройника бензопровод идёт через отстойник к бензонасосу и далее к карбюратору. Баки могут перекрываться краниками и во время работы могут подавать бензин в карбюратор поочередно. Ёмкость каждого бака 105 л бензина. Кроме краников, на баках имеются спускные пробки, ввёрнутые в отстойную часть бака. Краники на концах, ввёрнутых в бак, имеют трубки с припаянными к ним сетчатыми фильтрами. Спускную пробку необходимо периодически вывёртывать и через отверстие сливать осевшую грязь. Для удобства пополнения горючим баки имеют горловины, выходящие своими крышками за передний борт платформы. В горловинах имеются фильтры для очистки заливаемого бензина. В верхней части бака имеется сапун для выхода воздуха во время наливания бензина. В крышке сапуна закреплен стержень с нанесенными делениями, указывающими количество находящегося в баке бензина в литрах.

Для установки бензобаков под сиденьями в передних углах платформы вырезаны доски пола. Сквозь эти вырезы бензобаки проходят под пол платформы и крепятся на двух кронштейнах из углового железа. Кронштейны крепятся болтами одним концом к поперечному угольнику остова платформы, а другим — к переднему борту плат-

формы. Между кронштейнами и бензобаком проложены войлочные или суконные прокладки. Сверху бензобаки прижимаются к кронштейнам стальными лентами. Ленты с помощью приваренных к их концам шпилек натягиваются гайками. Внизу под платформой краники и бензопровод ограждены от возможных повреждений при езде по лесу или кустарнику двумя железными скобами, расположенными спереди и сзади краников.

Сзади кабельной катушки (по ходу автомобиля) на полу платформы установлена **безтормозная лебёдка,** служащая для подъёма прожектора на платформу и спуска его на землю. Лебёдка *18* (рис. 151) крепится на полу платформы болтами через угольники, приклёпанные к нижней части боковин. Боковины представляют собой специальной формы стальные листы толщиной 5 мм; они распёрты тремя стальными шпильками, затянутыми гайками. Между боковинами вращается чугунный литой барабан с выточенными по его поверхности «ручьями» для направления укладки на него стального троса диаметром 11 мм. Барабан вращается на стальной оси в бронзовых подшипниках скольжения. На чугунный барабан туго насажено червячное колесо с крупным зубом.

Для предотвращения возможного во время нагрузки прокручивания шестерни последняя стопорится с торца тремя шпильками. Подшипники вала, на котором вращается барабан, крепятся к боковинам. Червячное колесо соединено с червяком, приводимым во вращение двумя стальными коническими шестернями. Одна из конических шестерён сидит на одной оси с червяком и представляет собой одну деталь. Червяк с этой шестерней вращается, опираясь с одной стороны на бронзовый подшипник, а с другой — на бронзовый подпятник. Другая коническая шестерня вращается также в бронзовом подшипнике, причём конец оси шестерни выступает за правую боковину. Подшипник червяка крепится болтами к правой боковине (по ходу автомобиля). Подпятник червяка и подшипник отдельной конической шестерни представляют одну отливку, которая также крепится к правой боковине болтами. На выступающий конец оси конической шестерни надевается приводной вал *19* и закрепляется на нём штифтом. Вал изготовлен из стальной трубы. Другим своим концом вал проходит сквозь вырез в правом боковом борту платформы наружу и заканчивается шпилькой для закрепления рукоятки. На конец приводного вала надевается рукоятка, с помощью которой два бойца вращают барабан лебёдки во время подъёма и спуска прожектора. Трос лебёдки одним концом закрепляется внутри барабана, а на другом конце, к которому крепится прожектор, имеет специальное ушко. Все подшипники, червячная и коническая пары смазываются тавотом. Лебёдка закрывается кожухом из листового железа, предохраняющим механизм от загрязнения.

Прожектор спускается с платформы и поднимается на неё по специально направляющим — **аппарелям.** Аппарели *5* изготовлены из стального швеллера (№ 14) шириной 140 мм. На обоих концах аппарелей полки швеллера для направления колёс тележки прожектора завалены в стороны. Аппарели имеют длину 2 500 мм. Во время спуска и подъёма прожектора полки швеллера устанавливаются параллельно

на расстоянии ширины колёс тележки прожектора. Конец каждой аппарели опирается на задний край платформы и укрепляется на нём с помощью специального крюка, приваренного на конце аппарели и закладывающегося в отверстие в заднем угольнике остова платформы; другой конец аппарели упирается в землю.

Чтобы во время перехода с аппарелей на платформу прожектор не садился рамой тележки на край платформы и во избежание схода задних колёс тележки прожектора с аппарелей, на платформе установлены **направляющие** специальной формы *6* из углового железа. Направляющие задним концом привариваются к заднему угольнику остова и по длине крепятся в четырёх местах к остову платформы болтами. Прожектор на тележке закрепляется на платформе в четырех местах **стяжными гайками** *7*. Каждая стяжная гайка состоит из двух серёг, стягивающихся винтом с правой и левой резьбой. Одна серьга крепится к полу болтами, а другие накидываются на специальные крюки, имеющиеся на четырёх углах рамы тележки прожектора. Установив прожектор на платформе, аппарели крепят на полу платформы с левой стороны прожектора. Передними концами аппарели упираются в специальные скобы *20*, укреплённые на полу платформы, и крюки аппарелей входят в прорези, имеющиеся в скобах; задние концы аппарелей прижимаются к полу деревянной колодкой *8*, привёрнутой к заднему борту платформы.

Над кабельной катушкой установлен ящик № 1 с запасными частями и принадлежностями. Ящик вставляется в раму из углового железа и крепится к ней двумя ремнями, привёрнутыми к раме. На крышке ящика смонтирована электрическая лампочка, защищаемая металлической сеткой. Лампочка питается от аккумулятора автомобиля и освещает, в случае надобности, весь кузов. Рама, к которой крепится ящик, лежит на кронштейнах, представляющих продолжение кронштейнов кабельной катушки. В ящике уложены запасные части, инструмент и принадлежности; опись имущества крепится к крышке ящика изнутри.

Кроме ящика № 1, под сиденьем водителя уложены: автомобильный инструмент, брезентовое ведро, брезентовые рукавицы и сумка с формуляром станции и схемами. Слева на кабине водителя крепится на крючке и затягивается хомутом огнетушитель. На платофрме автомобиля, кроме указанного выше имущества, крепятся: угли прожекторные (25 пар) в банке *10* у левого борта, шанцевый инструмент, состоящий из лопаты саперной с черенком, топора военного образца с топорищем и лома весом около 5 кг; ручка для вращения кабельной катушки и лебедки и мешок с обтирочным материалом.

Для защиты имущества станции, прожектора и обслуживающего персонала от атмосферных осадков и пыли платформа машины накрывается съёмным **брезентовым верхом.** Брезентовый верх крепится ремешками на каркасе *12* из углового железа сварной конструкции. Каркас, в свою очередь, обшивается брезентовой лентой для предохранения брезентового верха от протирания. Каркас съёмный, крепится на бортах платформы откидными винтами с барашками, прихватывающими основание каркаса. Для придания каркасу большей жесткости во время движения на походе, в передней дуге каркаса

вварены раскосы из углового железа, а задняя дуга при закрытии заднего борта охватывается двумя уголками *13* большего сечения. Уголки на конце имеют приваренные планки *14*, образуя вилки. При открывании борта необходимо пользоваться специальными поручнями, приваренными к уголкам, захватывающим каркас. Этими же поручнями при закрытом борте удобно пользоваться для влезания на платформу [1].

С правой стороны каркаса брезентового верха, внутри, на специальных кронштейнах, приваренных к передней и задней стойкам каркаса, крепится поворотная штанга прожектора.

Этот способ транспортного монтажа бесспорно выгоден в смысле двойного использования двигателя автомобиля и является экономным в отношении весов и стоимости.

Третий способ транспортного монтажа заключается в том, что прожектор и агрегат устанавливаются на автомобильных или тракторных прицепках, применяется очень многими фирмами.

Тяжёлые прицепки, однако, невыгодны в отношении способности станции к маневрированию на позиции или в отношении использования позиций с плохими подъездными путями; поэтому некоторые фирмы пытаются устанавливать свои зенитные прожекторы на лёгких одноосных прицепках.

Четвёртый способ транспортного монтажа заключается в том, что прожектор установлен на платформе грузового автомобиля или трактора несъёмно, встречается реже, чем первые три способа, но этот способ применяется для монтажа прожекторов наземного действия и прожекторов для посадочного освещения.

Пятый способ транспортного монтажа применяется некоторыми немецкими фирмами и используется для зенитных прожекторов ПВО крупных пунктов, когда смена позиций или не производится длительное время, или же может быть произведена заранее в дневных условиях. Примером такого монтажа может служить прожектор, представленный на рис. 72.

41. Транспортный монтаж звукопеленгаторов

Лёгкие звукопеленгаторы с облегчёнными автоматическими корректорами или без них часто выполняются разборными и для транспортировки укладываются в специальные ящики. Такими являются звукопеленгаторы типа ЗП-2 (рис. 78), трёхрупорный звукопеленгатор «Сперри» (рис. 79) и др.

Тяжелые звукопеленгаторы монтируются для транспортировки чаще всего двумя способами: 1) на специальных прицепках автомобильного типа и 2) на платформах грузовых автомобилей.

По первому способу монтированы звукопеленгаторы французской фирмы «Барбье-Бенар и Тюренн» (рис. 84), звукопеленгатор немецкой фирмы «Электроакустик» (рис. 85), у которого на позиции прицепка

---

[1] Транспортный монтаж станции выпуска до 1938 г. поясняется на рис. 152.

разбирается; звукопеленгатор фирмы «Герц» (рис. 83), который может сниматься с прицепки, звукопеленгаторы типа «Сперри» и звукопеленгаторы типов ЗТ-3 и ЗТ-4.

Некоторые тяжелые звукопеленгаторы «Сперри» монтировались на прицепках, так что всё оборудование звукопеленгатора, поста управления, кабельные катушки и принадлежности располагались на платформе прицепки. Прицепка в этом случае буксировалась автомобилем, транспортирующим прожектор и являющимся одновременно подвижной электрической станцией. Вся команда размещалась на автомобиле и прицепке. Другие тяжелые звукопеленгаторы «Сперри» и звукопеленгаторы типов ЗТ-3 и ЗТ-4 монтируются на прицепках так, что прицепка буксируется специальным автомобилем-тягачом. В этом случае оборудование звукопеленгатора, обслуживающий персонал и принадлежности располагаются на прицепке и на буксирующем автомобиле.

Оборудование прицепки для звукопеленгаторов ЗТ-3 и ЗТ-4 состоит из следующих деталей:

1) монтаж основания и поворотного стола звукопеленгатора на прицепке;

2) крепёжные детали для рупоров звукопеленгаторов;

3) установки корректора на прицепке;

4) крепления съёмных сидений корректировщиков.

Монтаж основания и поворотного стола был описан ранее. Звукоприёмники в походном положении снимаются с S-образных звукопроводов и крепятся к полу прицепки своими входными отверстиями при помощи откидных винтов с бронзовыми барашковыми гайками.

S-образная часть звукопроводов закрепляется при помощи специальных щеколд. Лира и крестовина звукопеленгатора крепятся по-походному специальными стопорами.

Корректор установлен на задней части прицепки, для чего на заднем конце настила прицепки вырезано сквозное отверстие и на железных косынках-рамах установлены четыре двойных амортизатора, обеспечивающих эластичность посадки корректора, по бокам которого укреплены на воротах два съёмных круглых табурета, предназначенные для работы корректировщиков. Корректор прикрыт сверху деревянным чехлом в виде ящика.

Автомобильная прицепка звукопеленгатора ЗТ-4 имеет грузоподъёмность 3 т. Ширина колеи такая же, как у автомашины ЗИС-5. Расстояние между осями 3100 мм, высота настила от земли 870 мм, минимальный радиус поворота 10 м, высота прицепки с каркасом 3400 мм, длина 4600 мм, ширина 2300 мм.

Буксирующий автомобиль-тягач звукопеленгатора ЗТ-4 типа ЗИС-5 специально оборудован для транспортировки деталей (ящиков) поста управления, ящиков с кабельными катушками, ящиков с запасными частями, инструментом и принадлежностями (ЗИП) и команды, обслуживающей систему.

Коробка компаратора поста управления и коробка контроллера укладываются в специальные ящики, которые при помощи откидных болтов крепятся к полу платформы. Тренога поста управления в вертикальном положении крепится к полу платформы при помощи стяж-

ной гайки, прижимающей фланец, соединенный с цепями, на концах которых имеются ручки, зацепляющиеся за раскосы ног треноги. На платформе закрепляются три ящика с кабельными катушками. На крышках ящиков сделаны метки в виде прямой черты той или иной краской, в зависимости от окраски муфт кабеля, помещенного в данный ящик. Так, на одной крышке нанесена белая черта, это значит, что в этом ящике находится десятижильный кабель синхронной передачи постоянного тока, соединяющий прожектор с звукопеленгатором. На другом ящике нанесена жёлтая черта — здесь кабель десятижильный синхронной передачи переменного тока, и на третьем ящике красная черта — здесь кабель с красными муфтами, соединяющий пост управления с звукопеленгатором.

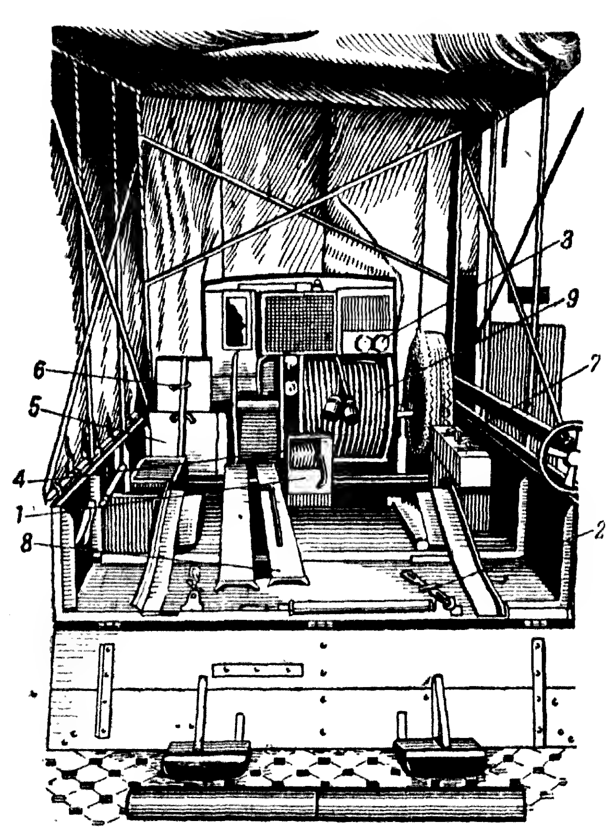


Рис. 152. Укладка имущества на платформе автомобиля:

1 — лебёдка; 2 — стяжные гайки; 3 — муфты включ. сил. кабеля; 4 — катушка для каб. синхр. связи; 5, 6 — ящики с ЗИП; 7 — ящик для буссоли; 8 — аппарели; 9 — катушка с силовым кабелем.

Звукопеленгатор типа ЗТ-5 монтирован по второму способу, т. е. на платформе грузового автомобиля ЗИС-6. В этом случае всё оборудование автомобиля делится на оборудование, находящееся на платформе автомобиля, и оборудование, находящееся под платформой.

Оборудование на платформе (рис. 152) состоит из: 1) крепёжных деталей для рупоров звукопеленгатора; 2) крепежных деталей для приборов поста управления; 3) крепёжных деталей для ящиков с ЗИП, противоветровых сеток и бензинового запасного бидона; 4) крепежных деталей для сидений корректировщиков; 5) приспособление для подъёма колонки звукопеленгатора и 6) металлического каркаса с брезентовым верхом для закрытия всех приборов при перевозке и хранении.

Большинство крепёжных деталей представляет собой откидные барашки, приболченные к настилу платформы автомобиля. На внутренней стороне левого борта платформы укреплены два кронштейна, на которые насаживаются съёмные сиденья корректировщиков.

Снизу платформы автомобиля имеется следующее оборудование.

1. Под задним бортом — три барабана с кабелями синхронной передачи, укрепленные на кронштейне, жёстко насаженном на шасси. Снизу барабаны закрыты железным листом, предохраняющим кабель от забрызгивания грязью, а сверху — брезентовым чехлом. Два правых барабана соединены одним валом и имеют общую рукоятку для одновременного развертывания кабелей синхронной передачи от прожектора к посту управления (кабель с жёлтыми и кабель с белыми муфтами). Для притормаживания кабельных барабанов во время развёртывания кабеля под правым барабаном имеется тормозной рычаг с колодкой, которая нажимает на торцовую стенку барабана и тормозит его вращение. Левый барабан с кабелем для соединения звукопеленгатора с постом управления имеет также рукоятку для развертывания и ручку для торможения.

2. Под задним концом шасси укреплены два домкрата, служащие для установки колонки звукопеленгатора в вертикальном положении. Домкраты стандартного автомобильного типа вследствие малого хода винта должны опираться на специальные подставки, которые возятся на платформе автомобиля.

Грузоподъёмность домкрата 4 т, подъём 150 мм. В отличие от прицепки звукопеленгатора ЗТ-4 горизонтирование ЗТ-5 осуществляется не четырьмя домкратами, а тремя. Третий домкрат съёмный и перевозится на платформе автомобиля. При развёртывании он устанавливается под распорку между концами передних рессор автомобиля. Вполне возможно, что опорных плит переднего домкрата и подставок для задних домкратов будет недостаточно и они будут заваливаться (в особенности на рыхлом и грязном грунте). Поэтому на платформе автомобиля рекомендуется иметь две деревянные доски, из которых одна должна быть не короче 2 м, чтобы служить одновременно опорой для двух задних домкратов. Доска под передний домкрат может быть не длиннее 1 м. Толщина досок 30 — 40 мм.

3. Для устранения попадания пыли и грязи внутрь автомобиля через круглое отверстие в настиле платформы (через которое проходит колонка звукопеленгатора) от опорной плиты до настила поставлена металлическая воронка.

4. Под правым бортом машины имеется коробка с кабельными вилками (красного и зеленого цвета).

5. Под передним правым углом настила платформы помещён деревянный ящик для инструментов и принадлежностей автомобиля. Принадлежности — воронки для воды и масла, домкрат и большой торцовый ключ — помещаются под сиденьем шофера.

Кроме указанного оборудования, автомобиль имеет: 1) лесенку для залезания команды на платформу с левой стороны кабинки; 2) опорную ступеньку для предохранения от излома выводной трубы бензинового бака и для удобства влезания на платформу (с правой стороны кабины шофера) и 3) огнетушитель на правой боковой стенке кабины.

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ
ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛОАТАЦИЯ СИСТЕМ «ПРОЖЗВУК»

ГЛАВА XIII
ПОДГОТОВКА СИСТЕМ «ПРОЖЗВУК» К ДЕЙСТВИЮ

42. Заправка системы и выезд на позицию

Системы «Прожзвук», находящиеся в эксплоатации, должны быть исправны и укомплектованы согласно укладочной ведомости и спискам ЗИП, прилагаемых к формуляру.

Перед походом все элементы системы «Прожзвук» должны подвергаться обязательному осмотру.

Во время этого осмотра:

1. Проверяется надёжность крепления всех элементов системы по-походному на своих транспортных средствах. На прожекторных станциях типа З-15 осматривают крепление прожектора по-походному. Прожектор должен быть повернут защитным стеклом вверх и закрыт сверху съёмной крышкой, представляющей собой металлический каркас, обтянутый дерматином. Кроме того, кожух должен быть накрыт брезентовым чехлом. Прожектор должен быть застопорен от возможного вертикального вращения штангой, укреплённой другим концом на раме тележки.

Для устранения вращения в горизонтальной плоскости прожектор запирается на запор, состоящий из стальной скобы, укрепленной на поворотном столе, стойки, расположенной на одной из лап крестовины основания, и замыкающего валика с ручкой. Скоба своим концом в виде вилки заходит в пространство между ушками стойки так, что замыкающий валик, заложенный в отверстие ушков стойки, входит между хвостами вилки, чем фиксирует поворотный стол в определённом положении относительно тележки.

Прожектор должен быть прочно закреплён на платформе четырьмя стяжными гайками.

У звукопеленгатора ЗТ-4 необходимо проверить крепление звукоприёмников к полу прицепки, фиксацию поворотного стола звукопеленгатора и крестовины с S-образными звукопроводами на лире и крепление сидений корректировщиков. На автомашине-тягаче необходимо осмотреть крепление ящиков поста управления, ящиков с кабельными катушками и ящиков с ЗИП.

У звукопеленгатора ЗТ-5 необходимо проверить крепление звукоприёмников, приборов поста управления, крестовины с *S*-образными звукопроводами по углу места и наличие рукоятки подъёмного механизма в своем гнезде (рукоятка в этом положении служит тормозом

поворотного стола по азимуту), крепление стойки исправленных координат в положении для похода и наличие чехлов на корректоре, треноге поста управления и на шлемах слухачей.

2. Проверяется наличие необходимого количества расходных материалов на системе «Прожзвук». На автомобиле, транспортирующем прожектор, проверяется запас угольных электродов для дуги — банка с углями на 25 пар и коробка на тележке прожектора, а также наличие необходимых принадлежностей в ящиках с ЗИП.

3. Проверяется заправка горючим автомобилей, транспортирующих систему. На прожекторном автомобиле проверяются бензобаки, указанные в разделе 40 предыдущей главы; на автомобиле-тягаче или на автомобиле звукопеленгатора ЗТ-5 проверяется запас горючего из расчёта необходимого количества для движения станции до позиции и возвращения обратно.

При походном движении системы «Прожзвук» соблюдаются следующие правила:

а) Средняя скорость походного движения колонны по грунтовым дорогам 15 км/час, по шоссе 25 км/час. Нормальный суточный переход днём по хорошим дорогам 150 — 200 км, считая 8 часов движения и $1\frac{1}{2}$ — 2 часа на малые привалы. Дистанции между прожекторными машинами при скорости движения 10 км/час — 10 м, при 20 км/час — 20 м, при 30 км/час — 30 м.

б) На остановке дистанция должна быть не менее 5 м (одна машина в длину). При передвижении по населенным пунктам скорость движения и интервалы должны быть соответственно уменьшены.

в) Начальник системы на походе следит за ходовой частью автомашин, за креплением всех элементов системы к платформам, за исправностью всего транспортируемого оборудования и за работой всех амортизирующих устройств на транспортных средствах.

г) Водители машин и их помощники наблюдают за состоянием ходовой части, за креплением всех элементов оборудования. На остановках осматривают двигатели, ослушивают их на больших и малых оборотах, проверяют, нет ли нагрева тормозных барабанов, следят за нормальной подачей горючего, давлением масла, системой охлаждения, зарядным током по амперметру. Наблюдают за целостью глушителя и гибкого выхлопного шланга, их подвеской, а также за резиной колёс. Проверяют и подтягивают все соединения тяг и рычагов рулевого управления.

д) Старший прожекторист и прожекторист наблюдают за состоянием крепления прожектора к платформе (подтягивают стяжки, крепящие прожектор, по мере надобности), креплением по-походному в горизонтальной и вертикальной плоскостях, за целостью отражателя, защитного стекла, за креплением крестовины и всего имущества, находящегося на платформе. О всех неисправностях старший прожекторист докладывает начальнику системы.

е) Начальник звукопеленгатора следит за креплением всего оборудования на платформе буксирующего автомобиля и на прицепке или на платформе транспортирующего автомобиля; следить за фиксированным положением акустической системы звукопеленгатора и корректора в походном положении.

Старший прожекторист, прожекторист и начальник звукопеленгатора следят за сигнализацией между машинами своей системы на походе. О всех сигналах, полученных с сзади идущей машины, докладывают начальнику системы, сидящему с водителем головной машины, через слуховое окно между кабиной водителя и кузовом.

ж) Начальник системы перед походом ставит команду в известность о предполагаемых остановках с целью осмотра материальной части и отдыха команды. Он ведёт учёт пройденного пути в километрах. Пройденный путь и часы работы генератора на прожектор начальник системы или начальник станции записывает в рабочий журнал станции. По прибытии в парк командир взвода обязан записать километраж и часы работы в формуляр станции.

з) Для технического осмотра машин и материальной части, подтягивания хвоста колонны и для отдыха личного состава назначаются малые привалы на 15 — 20 мин. через каждые 2 часа. Первый малый привал назначается через 30 мин. после начала движения. При продолжительности движения свыше 6 — 8 час. назначается большой привал на 2 — 3 часа для дозаправки машин, отдыха, питания личного состава и приведения в порядок материальной части.

и) При каждой остановке машины ставятся на ручной тормоз. При высадке расчёта из машин на привалах и остановках по команде «слезай» расчёт выходит из машин на правую сторону дороги, так как по левой стороне может происходить встречное движение.

43. Выбор позиции и развёртывание системы «Прожзвук»

Места расположения прожекторных станций-искателей (систем «Прожзвук») и станций-сопроводителей указывает командиру подразделения вышестоящий командир, организующий противовоздушную оборону участка.

Командир взвода совместно с начальниками станций заблаговременно, в светлое время, выбирает позицию каждой прожекторной станции в отдельности.

Основными требованиями к позиции для систем «Прожзвук» являются:

1) возможность кругового наблюдения цели под углом места не менее 10°; как исключение могут иметь место случаи некругового наблюдения: в этом случае необходимый обзор в азимуте должен быть не меньше 180° со стороны возможных налётов самолётов противника;

2) подход к позиции и сама позиция должны быть проходимы для транспорта системы;

3) звукопеленгатор и прожектор не должны экранироваться посторонними предметами;

4) весьма желательно для позиции выбирать места с естественными экранами (строения, кустарник, овраг и т. п.) для установки за ними прожекторного агрегата с целью уменьшения его шума и помех в работе слухачей; из этих соображений прожекторный агрегат должен всегда ставиться на позиции в направлении ветра от звукопеленгатора;

5) со стороны менее вероятного направления налёта противника и в зависимости от расположения других пеленгаторов и прожектор-

ных станций, а также по соображениям маскировки могут быть допущены отступления в выборе открытых позиций; однако эти отклонения должны допускать работу пеленгатора при угле места не менее 15° со стороны менее вероятного нападения;

6) позиция должна допускать возможность инженерного оборудования: для станции-искателя — отрывка окопов для звукопеленгатора, прожектора, поста управления, агрегата и землянки для личного состава станции; для станции-сопроводителя — отрывка окопов для прожектора, агрегата и землянки для личного состава.

На расстоянии до 0,5 км от основной позиции станции должна быть выбрана и подготовлена запасная позиция (устройство и оборудование позиций зенитных прожекторов рассматривается специальными инструкциями и наставлениями и в частности «Инструкцией по инженерному делу для зенитно-прожекторных частей Красной Армии», Воениздат, 1940 г.).

При заблаговременном выборе позиции на ней отмечаются (колышками, флажками и т. п.) места установки звукопеленгатора, прожектора, поста управления и агрегата, которые они и занимают по приезде на позицию.

При выборе позиции непосредственно после получения боевой задачи места расположения приборов системы указываются командиром системы по приезде на позицию.

Расположение элементов системы на позиции будет различно в зависимости от типа системы и кабельной сети.

Системы «Прожзвук Сперри», «Прожзвук-1» и «Прожзвук-2» имеют в акустических корректорах механизм, вырабатывающий поправку на базу, т. е. поправку на расстояние между звукопеленгатором и прожектором. Поэтому эти системы развёртываются на позиции так, что все элементы устанавливаются в одну линию, согласно схеме рис. 153. Порядок развёртывания следующий:

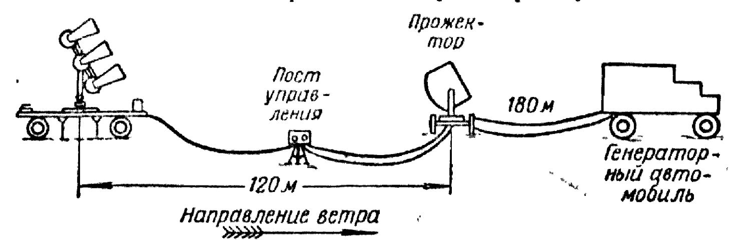


Рис. 153. Схема размещения элементов системы «Прожзвук-2» на позиции.

обе машины, транспортирующие систему по прибытии на позицию, останавливаются, причём прожекторная машина останавливается в точке стояния прожектора; здесь скатывается прожектор и снимаются все необходимые принадлежности (штанга, банка с углями, буссоль и др.). Затем машина отправляется на место установки агрегата; при движении разматываются два кабеля: силовой кабель питания прожектора и кабель питания системы синхронной связи (постоянного тока в системе «Прожзвук-1» и кабель переменного тока в системе «Прожзвук-2»). Автомобиль, буксирующий прицепку звукопеленгатора, останавливается в точке стояния звукопеленгатора; здесь прицепка отцепляется, и команда звукопеленгатора приводит его в боевое положение.

Затем буксирующий автомобиль движется к точке стояния поста управления, и при движении разматывается кабель синхронной связи, соединяющий

звукопеленгатор с постом. На месте установки поста управления снимаются ящики с приборами поста, и буксирующий автомобиль движется к месту установки прожектора, причём разматываются два кабеля синхронной связи, соединяющие прожектор с постом. В дальнейшем, после установки каждого прибора на место, производится соединение кабелей, согласно окраске муфт и штепселей, и каждый прибор приводится окончательно из походного положения в боевое.

Система «Прожзвук-4» располагается на позиции так, что звукопеленгатор, пост управления и прожектор образуют треугольник. При этом расстояние между звукопеленгатором и прожектором (база), в связи с отсутствием в корректоре механизма, вырабатывающего поправку на базу, должно быть не меньше 30 м и не больше 50 м. При меньшей базе работа прожектора будет мешать работе слухачей; при большей базе ошибка начинает уже сказываться на точности наводки луча прожектора.

Этим обстоятельством и определяется величина базы (30 — 50 м). Чтобы сохранить удобство наблюдения за целью, пост управления удален от прожектора (как и в системах «Прожзвук-1» и «Прожзвук-2») на 60 м с той лишь разницей, что он от линии звукопеленгатор — прожектор выносится в сторону ожидаемого налёта, образуя на позиции третью вершину треугольника (рис. 154).

Рис. 154. Схема размещения элементов системы «Прожзвук-4» на позиции.

Порядок развёртывания системы «Прожзвук-4» следующий: обе машины — прожекторная и звукопеленгаторная — останавливаются на месте установки прожектора. Здесь скатывается прожектор, и агрегат начинает движение на место своей установки; при этом разматывается силовой кабель постоянного тока и кабель питания синхронной связи переменным током. Одновременно с движением первой машины начинает движение и машина звукопеленгатора к месту установки поста управления, причём разматываются два многожильных кабеля, соединяющих прожектор с постом. На месте установки поста управления снимается каркас брезентового верха и относится в сторону с таким расчётом, чтобы он не закрывал собой наблюдение за прожектором и звукопеленгатором. Затем для снятия поста управления открывается правый борт автомашины и вытаскиваются ящики с приборами поста. После этого автомобиль идёт к месту развёртывания звукопеленгатора и одновременно с этим разматывается кабель, соединяющий пост управления с звукопеленгатором. После размотки кабеля автомашина останавливается и производится развертывание звукопеленгатора.

В системе «Прожзвук»-5[1] по приезде на позицию обе машины останавливаются на месте, назначенном для развертывания поста. Здесь пост управления снимают с прожекторной машины и устанавливают в собранном виде на земле. Затем одна машина идёт к месту установки прожектора, а другая — к месту установки звукопеленгатора. Во время их движения одновременно разматываются кабели синхронной передачи: два кабеля с жёлтой и белой муфтой с прожекторной машины и один кабель с красной муфтой с автомашины звукопеленгатора. По прибытии на свое место прожекторной машины с неё скатывается прожектор и она движется далее к месту установки агрегата. Когда машина звукопеленгатора прибудет на свое место, здесь снимается каркас брезентового верха и начинается развертывание звукопеленгатора.

44. Подготовка прожектора к действию

Прожекторы «Сперри» и типа З-15 развертываются и подготовляются к действию следующим образом. После того как прожекторная машина прибудет к месту стояния прожектора, отстегивают и закидывают на крышу заднее полотнище брезентового верха, откидывают задний борт платформы, устанавливают аппарели, один конец которых опирается о землю, а другой на пол платформы. Трос лебёдки укрепляют за переднюю часть тележки прожектора и освобождают передние стяжки крепления прожектора к платформе, одновременно проверяя положение стопора рулевого управления прожектора и устанавливая рукоятку для вращения лебедки на своё рабочее место (на валик привода лебёдки).

Прожектор вручную подкатывают к аппарелям и, вращая лебёдку, опускают на землю по аппарелям, как указано на рис. 155. Во время скатывания прожектора наблюдают за правильностью движения колёс по аппарелям и не допускают накатывания колёс на боковые стенки аппарелей.

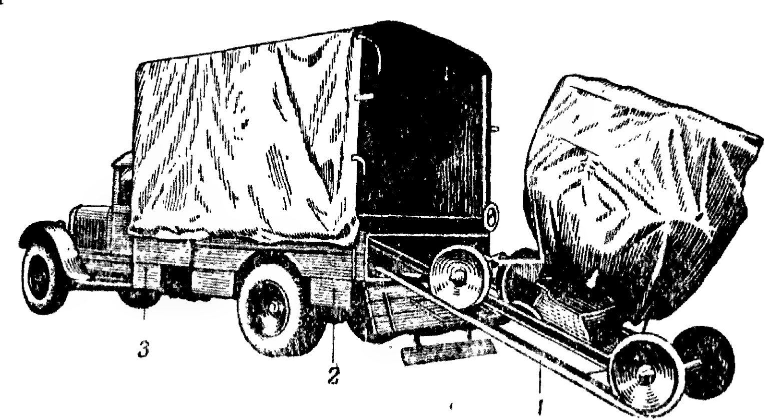


Рис. 155. Подъём прожектора на автомобиль:
1—прожектор на аппарелях; 2—ящик № 6 (для телефонного имущества); 3—ящик № 7 (для умформера).

[1] Прожектор ПО-15-8 и звукопеленгатор ЗТ-5.

При скатывании прожектора не стоять между аппарелями по ходу прожектора. Прожектор типа ПО-15-8 скатывается с помощью электрифицированной лебёдки, для чего необходимо: включить динамо, переключить передаточный вал лебёдки с ручного управления на моторное при помощи рукоятки, расположенной перед передним бортом, снять стяжки, крепящие прожектор, и включить влево рукоятку рубильника лебёдки на щите управления лебедкой, чем лебедка будет приведена во вращение. В начале движения прожектор необходимо подтолкнуть, чтобы, встав на аппарель, он стал спускаться самостоятельно.

Скатив прожектор, необходимо отсоединить трос лебёдки от прожектора, откатить прожектор на выбранную позицию с помощью ручной тяги, отделить аппарели от кузова и положить их под тарелки домкратов прожектора. Снять с платформы поворотную штангу, буссоль и банку с углями, заложить ручку лебёдки на своё место. Освободить от крепления штепсельные муфты кабелей, освободить стопор крепления кабельных катушек и, развернув часть кабеля, положить концы кабеля у прожектора. Закрыть задний борт кузова и при движении агрегата на своё место начать разматывать на ходу кабели[1]. Во время разматывания кабеля на платформе должен находиться один человек и подтормаживать катушку, чтобы кабель не спутывался.

До включения кабелей на прожекторе необходимо проверить следующее: а) рубильник дуговой лампы, помещённый на правой стойке лиры, должен быть выключён; б) выключатели питания управления и переменного тока на распределительной коробке прожектора должны быть выключены; в) рукоятка механизма вертикального вращения должна стоять в положении, соответствующем включению мотора на прожектор; г) маховичок механизма горизонтального вращения должен быть в крайнем верхнем положении, что соответствует включению мотора на прожектор; д) лампа должна быть приведена в состояние готовности к работе.

Перед началом работы лампы необходимо установить или сменить угли. Доступ к лампе для смены углей производится через один из люков в передней сборной части кожуха, — удобнее через левый (смотря по лучу); люк не следует открывать, пока не выключен ток.

Необходимо иметь в виду, что при работе дуговой лампы головки положительного и отрицательного углей сильно нагреваются (до 250°), поэтому при смене углей во время работы лампы необходимо соблюдать осторожность во избежание ожога. Если лампа горячая, при смене углей необходимо пользоваться пассатижами (щипцами) и брезентовыми рукавицами. При смене положительного электрода специальным ключом разводят обоймы с зубчатыми роликами и огарок угля свободно вынимают пассатижами в сторону отрицательной головки. После этого положительный уголь, заранее приготовленный, просовывают заостренным концом через отверстие в защитном стекле, вставляют в отверстие положительной головки (каретки) и про-

[1] Со станции, имеющей облегченный пост управления, снимаются: кабель, тренога и пост управления и устанавливаются на место по указанию начальника станции.

талкивают сквозь каретку, щётки и отверстие радиатора, пока конец его (заточенный) не выйдет из радиатора на 22 мм (в прожекторах выпуска с 1937 г. — на 27 мм), что проверяется при помощи шаблона *1* (рис. 156,*А*). Шаблон хранится вместе с ключом *2* для развода

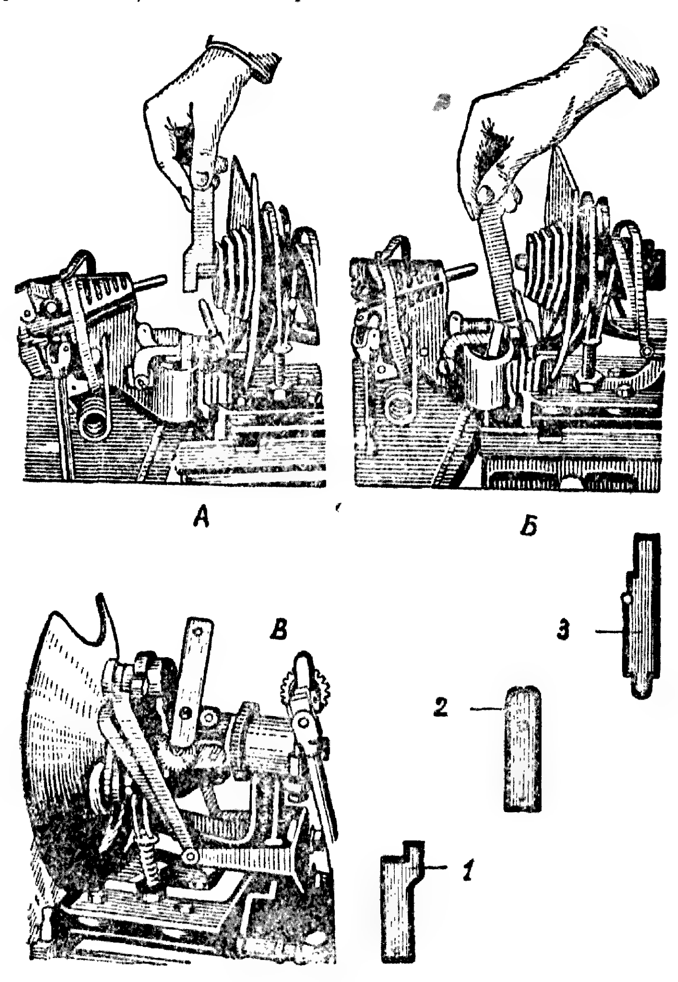


Рис. 156. Применение шаблона и ключей для установки углей:
А—проверка положительного угля шаблоном; *Б*—проверка третьего электрода шаблоном; *В*—разведение роликов ключом; *1*—шаблон; *2*—ключ; *3*—шаблон и специальный ключ.

роликов в специальном кармане на лире. По установке угля в надлежащее положение ключ снимается; при этом необходимо убедиться в том, что зубцы шестерёнок вошли в зацепление. Ключ и шаблоны кладутся на место. На лампах, начиная с выпуска 1938 г., обоймы разводятся при помощи специального несъёмного приспособления, заменяющего ключ. Проверяют, расположен ли положительный уголь центрально в отверстии радиатора и нет ли в отверстии угольной пыли, крошек и т. д. Радиатор должен быть хорошо изолирован от токове-

дущих частей и не должен соприкасаться с углем. При соприкосновении положительного угля с радиатором последний легко может оплавиться.

При смене отрицательного угля следует, поддерживая огарок угля пассатижами, приподнять верхнюю контактную половину угледержателя, нажимая на конец рычага вниз и в сторону к лампе, и вынуть огарок. Вставить заостренным концом приготовленный отрицательный уголь в отрицательную головку со стороны рычага и продвинуть его вперёд по направлению к положительному углю, пока конец угля не установится приблизительно на 30 — 37 мм от конца отрицательной головки, обращённого к положительному углю. Следует наблюдать, чтобы вставленные угли были разведены и не соприкасались друг с другом. Смену положительного и отрицательного углей производить одновременно.

Для третьего электрода берут уголь диаметром 11 мм и длиной 55—57 мм с заострённым одним концом. Специальным ключом на шаблоне *3* (рис. 156,*Б*), находящимся в том же кармане на лире, отвёртывают винт и ослабляют щёки держателя. Вынимают старый огарок и вставляют новый уголь так, чтобы он выступал на 30 — 35 мм, и тем же ключом вновь зажимают его достаточно сильно. При слабом зажиме угля последний во время действия может выпасть из держателя.

Крючок у электромагнита мгновенного зажигания откидывают, третий электрод приводится в соприкосновение с отрицательным углем.

Пассатижи, шаблоны и ключи, необходимые для смены углей, по миновании в них надобности, не оставлять на лампе или в кожухе прожектора, а немедленно класть на место. По установке углей, особенно впервые после сборки или после продолжительного бездействия, желательно проверить подачу углей посредством ручного управления. К штепсельным вилкам прожектора (рис. 157) присоединяют кабельные муфты.

Далее устанавливают прожектор по уровням. Для этого поворотный стол ставят так, чтобы лира его стала поперёк тележки и один уровень был направлен вдоль тележки, а другой поперёк. Один человек из обслуживающей команды (первый номер) начинает вращать домкраты на передней части тележки, одновременно наблюдая за положением пузырьков уровней. При этом нужно стремиться к тому, чтобы ручки домкратов сделали одинаковое число оборотов. Если при этом подъёме пузырек смещается ещё дальше от середины стеклянной трубки, то подъем нужно произвести только до момента, когда расположенные около домкратов колеса начнут проворачиваться. Прожекторист (второй номер), работая второй парой домкратов у распределительной коробки (рис. 157) по указаниям старшего прожекториста (первого номера) и, выполняя его команды, вращает правый или левый домкрат. Когда пузырьки уровней остановятся посредине стеклянной трубки, вращение домкратов прекращается. Действуя таким образом, можно установить прожектор строго горизонтально. Это необходимо, с одной стороны, для того, чтобы равномерно распределить нагрузку на обе цапфы прожектора и нагрузить более равномерно центральный штырь, с другой стороны, — для того, чтобы вращение кожуха в вертикальной плоскости давало перемещение луча только по углу места.

Иногда рекомендуется после подготовки прожектора к действию опробовать прожектор под током на дугу, для чего защитное стекло прожектора закрывается дерматиновой крышкой и включается рубильник дуги. При этой проверке необходимо:

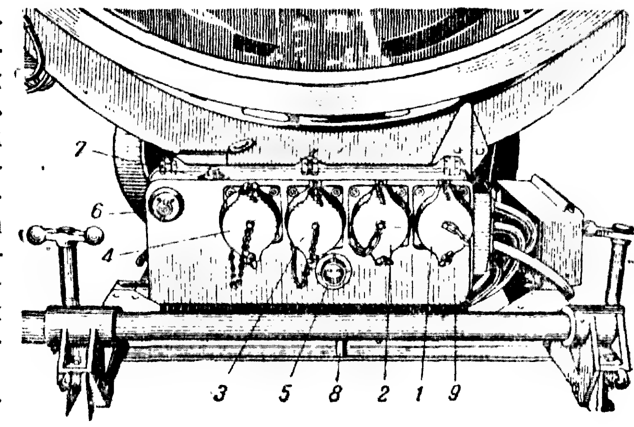


Рис. 157. Распределительная коробка прожектора:

1—штепсель „—“; *2*—штепсель „+“; *3*—штепсель для питания силовых агрегатов; *4*—штепсель для питания датчиков обратного контроля; *5*—двухполюсный штепсель переменного тока; *6*—выключатель для переменного тока; *7*—выключатель для постоянного тока; *8*—ушко для троса лебёдки; *9*—литая коробка.

а) обратить внимание на надежность срабатывания механизма мгновенного зажигания;

б) обратить внимание на то, чтобы положительный уголь удерживался термоконтактом на риске матового стекла, т. е. был в фокусе отражателя;

в) выключить рубильник и проверить правильность установки линзы термоконтакта по проекции положительного угля на коробке термоконтакта, причем на прожекторных станциях, где термоконтакт срабатывает «на замыкание», проекция конца угля должна быть на расстоянии 2 — 1 мм от левого края окошка, а на станциях, где термоконтакт установлен на размыкание, конец изображения должен быть на расстоянии 2 — 1 мм от правого края окошка; левый край окошка ближе к защитному стеклу, правый — к отражателю;

г) следует проверить правильность электрического режима прожектора.

Опробовать прожектор под током можно после ориентировки системы «Прожзвук» на позиции или до неё. Если проверка производится после ориентировки, то от штурвалов поста управления проверяется работа моторов наводки прожектора в ту или другую сторону от нулевого положения.

45. Подготовка прожекторного агрегата к действию

Когда прожекторный автомобиль прибыл на место установки агрегата, кабели, соединяющие агрегат с прожектором, должны быть размотаны полностью. Далее необходимо развернуть агрегат радиатором в сторону прожектора (под ветер), затормозить машину ручным тормозом, рычаг скоростей поставить на нейтраль и муфты кабелей прикрепить к штепсельным вилкам на задней стенке кабины со стороны кузова, соответственно расцветке штепселей.

После этого снять с крючков выхлопной шланг глушителя, отвести его в сторону между передними и задними колёсами агрегата и утопить в яму земляного глушителя (рис. 158).

Открыть все крышки вентиляционных люков динамомашины для охлаждения её обмоток во время работы. Для включения двигателя автомобиля на динамо следует перевести рычаг муфты переключения на себя (назад) доотказа и закрепить в этом положении штифтом; рычаг должен переводиться совершенно свободно, без особого усилия.

Если рычаг муфты переключения сразу не переводится, а только пружинит (зубцы шестерни не совпадают с зубцами шестерни генератора), то, переводя рычаг муфты переключения на нейтраль и про-

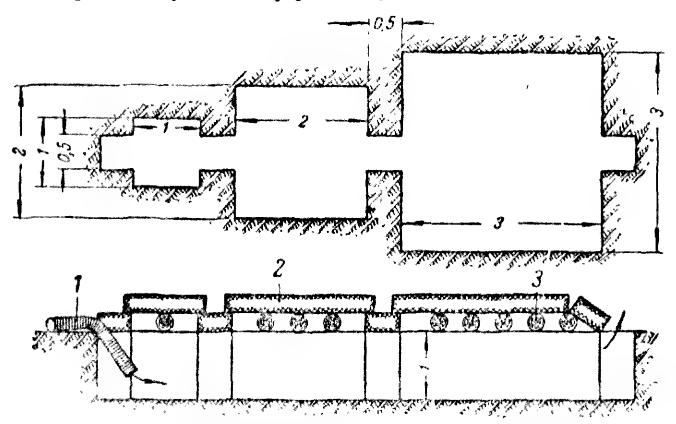


Рис. 158. Земляной глушитель выхлопа агрегата:

1—выхлопной гибкий шланг; 2—покрытие из дёрна; 3—настил из дерева (размеры на рисунке указаны в штык-лопатах; один штык-лопата равен 250 мм).

верив заторможенность автомашины, нажать педаль сцепления, перевести рычаг скоростей на первую скорость и, плавно отпуская педаль сцепления, провернуть карданный вал; затем, нажав педаль сцепления, перевести рычаг муфты переключения на себя.

Включив рычаг муфты переключения, перевести рычаг скоростей на нейтраль. Провернуть якорь генератора от руки, вращая передний карданный вал за резиновое сочленение.

Для проверки правильности сцепления шестерён следует ещё раз передвинуть рычаг вперед и назад, а затем закрепить штифтом. После включения муфты следует установить рычаг зажигания «на запаздывание», запустить двигатель, включив сцепление, включить четвёртую скорость, отпустить педаль сцепления, постепенно открывать дроссельную заслонку вращением рукоятки газа доотказа вверх, одновременно вращать рычажок зажигания также доотказа вверх, устанавливая тем самым его «на опережение».

Во время вращения рычажков газа и зажигания наблюдать за стрелкой вольтметра на распределительном щитке на стенке кабины агрегата. Напряжение холостого хода генератора должно быть при нормально отрегулированном электромагнитном регуляторе 103 — 110 в.

Слегка прогрев двигатель, можно включить нагрузку, для чего следует включить рубильник на распределительном щитке, т. е. по-

дать напряжение в сеть, по главному кабелю на прожектор. Глядя на амперметр, ожидать включения рубильника прожектора. Как только амперметр отметит включение нагрузки, проверить установившееся напряжение и силу тока по приборам. На приборах при правильно отрегулированном регуляторе должно быть $150 \pm 5 \div 166 \pm 5$ а и $103 \pm 2 \div 110 \pm 2$ в. При сбрасывании и включении нагрузки импульс напряжения должен быть не более 17,5 в. При этих данных электромагнитный регулятор будет отрегулирован правильно.

Во время работы агрегата дверца распределительного щитка должна быть закрыта, так как внутренняя сторона её, окрашенная в белый цвет, служит одновременно для освещения отражённым светом шкал электроизмерительных приборов.

В прожекторных станциях типа ПО-15-8 динамомашина смонтирована на заднем конце рамы автомобиля и приводится во вращение через зубчатый редуктор. Как уже указывалось, прожекторный агрегат в этом случае смонтирован на автомашине ЗИС-6 трехосной. Редуктор для включения динамомашины расположен на картере демультипликатора автомашины и представляет собой общий с демультипликатором механизм. Демультипликатор, кинематическая схема которого совместно с редуктором представлена на рис. 159, имеет три передачи: прямую, повышающую передаточное число и реверсивную.

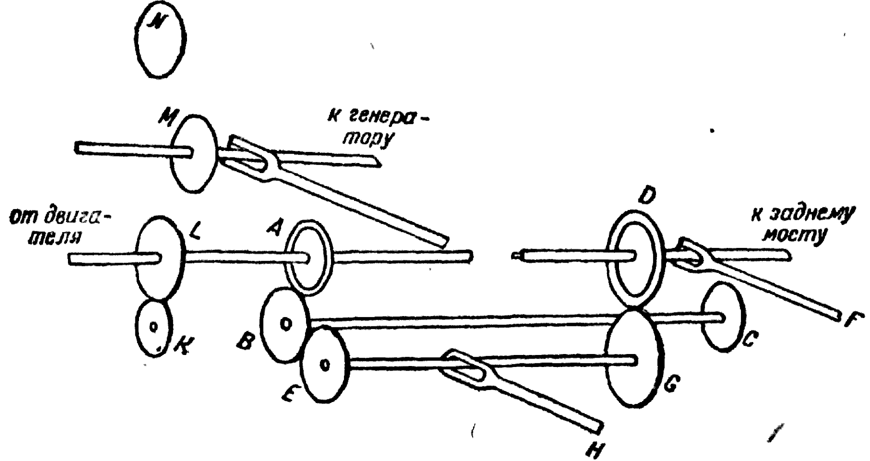


Рис. 159. Кинематическая схема редуктора ПО-15-8.

Редуктор расположен под сиденьем шофера. Подвижная шестерня D при помощи рычага F может передвигаться по валу и находиться в сцеплении с шестерней G. Шестерня B и связанная с ней постоянно шестерня C находятся постоянно во вращении, так как шестерня B находится постоянно в зацеплении с шестерней A, которая сидит на валу, сцепленном с коробкой передач двигателя. При сцеплении шестерни D с A имеет место прямое сцепление (передаточное число 1 : 1). Сцеплением шестерни D с шестерей C, т. е. в порядке A, B, C, D, демультипликатор увеличивает передаточное отношение 1,53 : 1, что даёт возможность развивать большее тяговое усилие для преодоления плохих дорог.

При сцеплении шестерён A, B, E, G и D (шестерня D стоит в нейтральном положении) получаем реверс. Передаточное число при реверсе 1,11 : 1. Шестерни реверса передвигаются рычагом H. При включении генератора подвижная шестерня M редуктора входит в зацепление с шестернями N и L, приводя во вращение вал генератора. Шестерня K имеет своим назначением смазывать трущиеся части редуктора. Смазка редуктора и демультипликатора — автол

марки Т; смазка производится через коробку демультипликатора и верхнюю крышку редуктора. Уровень масла должен быть на 6 — 7 мм ниже контрольной пробки на правой стороне редуктора.

Нормальная езда — рычаг редуктора-демультипликатора стоит в положении «передний ход», имеет место прямое сцепление. Для тяжелой дороги — «передний ход, демультипликатор».

Всякое переключение редуктора необходимо производить при работающем двигателе. При переключении поступают так: нажать педаль сцепления, включить коробку скоростей на какую-либо скорость (лучше на первую), а редуктор-демультипликатор поставить в нейтральное положение, отпустить педаль и выжать её вновь; включить редуктор-демультипликатор в желаемое положение, включить коробку скоростей и отпустить педаль. Для работы на динамо-машину необходимо поставить рычаг редуктора-демультипликатора в положение «редуктор», как указано выше. Включить четвертую скорость. Проверить, включен ли рубильник. Плавно перевести рычаг газа (на руле) в положение полного открытия. Проверить, загорелась ли контрольная лампочка переменного тока на заднем щите. После этого можно включить главный рубильник. Перед приведением динамо во вращение, так же как и в предыдущих случаях, следует открыть вентиляционные люки динамо и гибкий шланг глушителя отвести от двигателя.

46. Подготовка к действию звукопеленгатора и поста управления

Звукопеленгаторы ЗТ-3 и ЗТ-4, монтированные на прицепках, подготовляются к действию в такой последовательности: когда прицепка звукопеленгатора установлена на позиции, ее следует затормозить ручным тормозом и снять с прицепки каркас с брезентовым верхом. Затем надо снять сиденье тормозного, выдвинуть опоры под борта прицепки и откинуть борта в горизонтальное положение. Затем надо надеть звукоприемники на S-образную часть, освободить домкраты и установить прицепку по уровням, освободить лиру и крестовину от походного крепления, открыть коробку визирной трубки и, освободив стопор, установить трубку горизонтально и застопорить. До приведения корректора в рабочее состояние вращение звукоприемников запрещается.

Корректор приводят в рабочее положение в такой последовательности: снимают табуреты корректировщиков, снимают чехол с корректора, ставят стопоры механизмов мехов на «открыть», устанавливают стрелки и шкалы на «0» и включают муфту размотанного кабеля, соединяющего звукопеленгатор с постом управления. По выполнении всех этих операций звукопеленгатор считается подготовленным для работы.

Звукопеленгатор типа ЗТ-5 приводится в действие несколько иначе, поскольку монтаж его выполнен по-другому.

В этом случае при развертывании звукопеленгатора необходимо выполнить следующие операции: выдвинуть опорные бруски с каждой стороны машины и открыть борта. На платформе автомашины надо освободить крепление рупоров вверху и внизу, надеть, в случае необходимости, на рупоры противоветровые сетки и навесить рупоры на S-образные колена в определённой последовательности и по порядку их нумерации. Далее следует освободить стопор угла места и при помощи рукоятки подъёмного механизма поднять акустическую систему звукопеленгатора до упора вверх и закрепить подъёмную часть при помощи двух зажимов на колонке.

Во время подъёма акустической части установить автомобиль на домкраты и вывесить так, чтобы акустическая часть стояла по уровням, расположенным на коробке червячной пары механизма горизонтального вращения. Необходимо также вставить муфту кабеля

в штепсельное гнездо соединительной коробки. Установить сиденья слухачей.

Для приведения в боевое положение корректора необходимо снять чехол с корректора и крышку с коробки треугольника скоростей, установить сиденья корректировщиков, включить штепсельные вилки освещения корректора и освободить обод стойки исправленных координат и рычаг совмещения. По выполнении этих операций звукопеленгатор будет подготовлен к действию.

При установке на позиции трёхрупорного звукопеленгатора «Сперри» надо: сначала установить платформу так, чтобы её домкраты плотно стояли на месте и чтобы платформа была приблизительно выравнена по уровням; установить колонну на платформу и прикрепить её болтами; установить корректор на колонну, предварительно пропустив через неё кабельную муфту, и закрепить корректор болтами.

Затем удалить кронштейн для переноски и ослабить фрикционный зажим угла места. Повернуть прибор на максимальный угол места и снова затянуть фрикционный зажим. Собрать узел общего рупора, а затем пару других рупоров. Смонтировать пантограф. Размотать один кусок кабеля и присоединить его к муфте под платформой звукопеленгатора; затем размотать другой конец кабеля, соединив его с первым и с прожектором.

Окончательно установить платформу по уровню.

Пост управления в системе «Прожзвук-1» состоит из одной коробки и треноги и поэтому подготовка его к действию заключается в том, что эта коробка устанавливается на треноге и к ней присоединяются соответствующие кабельные муфты.

В системах «Прожзвук-2» и Прожзвук-4» подготовка к действию поста управления производится путем выполнения следующих операций: тренога устанавливается на землю так, чтобы шипы её ног вошли в грунт и не имели возможности смещаться. Из ящика вынимается контроллер поста управления (прибор с дающими ключами и штурвалами) и устанавливается на шибер треноги. Из второго (большого) ящика извлекается компаратор поста управления и устанавливается на штырь треноги, на котором он и стопорится. Штепсели обеих коробок открываются и к ним присоединяются муфты, вынутые из штепселей треноги, согласно окраске. В штепсельные вилки треноги вставляются муфты трёх кабелей, подходящих к посту управления.

Пост управления новой системы «Прожзвук Сперри» собирается из трёх частей: коробки поста, треноги и стойки бинокля. Тренога устанавливается на расстоянии 150 м от прожектора; коробка поста помещается на треноге так, чтобы специальное ушко на треноге вошло в прорезь корпуса коробки. Для этого надо коробку поста при установке на треногу медленно опускать в плоскости, параллельной плитке треноги. Приводная шестерня коробки поста для вращения последней в азимуте должна войти в зацепление с шестернёй треноги.

После установки поста следует отрегулировать стопоры с противоположных сторон корпуса прибора. Вынуть стойку бинокля и, установив её на место, поворачивать слегка по азимуту, чтобы убедиться в наличии сцепления в основании колонки. Привести стойку

бинокля в рабочее положение. Установить пост управления при помощи домкратов по уровням.

Следует заметить, что подготовка системы «Прожзвук» к действию не заканчивается на развёртывании прожектора, звукопеленгатора и поста управления. По выполнении всех этих операций следует, во-первых, ориентировать определённым образом все приборы системы, чтобы отсчитывать углы поворота всех приборов от некоторой определённой линии начального визирования; во-вторых, необходимо добиться определенной синхронизации в движении всех приборов системы и, наконец, необходимо установить определённые вводные данные на корректоре для того, чтобы его механизмы могли при последующей работе решать принятые формулы поправок и перерабатывать акустическое направление на цель в истинное направление.

47. Ориентировка системы «Прожзвук» на позиции

После развёртывания элементов системы «Прожзвук» на позиции и подготовки каждого из них к действию необходимо для прожектора и звукопеленгатора избрать некоторое направление за направление начального визирования, от которого в последующей работе и производить отсчёты углов поворота элементов системы. Этот **процесс выбора начального визирования и наводка по нему элементов системы и называются ориентировкой системы «Прожзвук».** В вертикальной плоскости за направление начального визирования может быть принято любое направление, лежащее в горизонтальной плоскости, параллельной поверхности земли и предполагаемой горизонтальной плоскости полёта самолёта. В горизонтальной плоскости за направление начального визирования могут быть приняты различные направления, и в связи с этим существуют определённые способы ориентировки системы.

Приняты в основном три способа ориентировки: 1) ориентировка по местному отдалённому предмету; 2) ориентировка взаимная и 3) ориентировка по точке севера с применением буссоли.

Ориентировка по местному отдалённому предмету производится в том случае, когда вдали на местности имеется удобный для наводки ориентир (одиночно стоящее дерево, фабричная труба, тригонометрической знак и т. д.), который можно наблюдать через визирные трубки звукопеленгатора и прожектора. Прожектор и звукопеленгатор наводятся на этот местный предмет и лимбы обоих приборов для отсчета углов поворота в горизонтальной плоскости устанавливаются на нулевой отсчёт.

Чем дальше будет отдалён предмет, тем точнее может быть получена параллельность осей приборов.

Местные предметы для ориентировки рекомендуется выбирать, руководствуясь следующими данными:

Если угол между линией визирования и базой между прожектором и звукопеленгатором равен:	То наименьшее допустимое расстояние до точки ориентировки должно быть
90°	10 км
60°	9 км
30°	5 км
0° или 180°	1 км

Как видно из этих соотношений, местные предметы, находящиеся на расстоянии ближе 1 ÷ 2 км, брать за ориентиры не рекомендуется, так как при этом могут получаться заметные угловые расхождения в параллельности осей приборов. Исключением является тот случай, когда местный предмет находится на линии базы, но тогда способ ориентировки будет аналогичен способу взаимной ориентировки.

Наиболее совершенной точкой ориентировки по удалённому предмету являются звёзды. При ориентировке по звездам следует помнить, что звезды довольно быстро меняют своё положение по отношению к земной поверхности. Поэтому ориентировка по ним должна делаться одновременно по возможности быстро и тщательно проверяться. Замечание не относится к Полярной звезде, которая неподвижна и может служить хорошим ориентиром в том случае, когда она видна. Ориентировка приборов системы «Прожзвук» по отдаленному предмету выполняется следующим образом: прожектор при помощи визирного приспособления наводится на отдалённый предмет так, чтобы последний был виден на перекрестии нитей визира; когда эта наводка выполнена, освобождаются зажимы горизонтального лимба и он поворачивается так, чтобы против подвижного индекса на верхней вращающейся части поворотного стола стоял нуль шкалы лимба. На этом ориентировка прожектора считается законченной.

Ориентировка звукопеленгаторов типа ЗТ-3 и ЗТ-4 на отдалённый предмет производится следующим образом. Слухач в азимуте по указанию начальника звукопеленгатора, смотрящего в визирную трубку на стойке лиры, наводит звукопеленгатор на ориентир; когда ориентир находится на перекрестии нитей визира, начальник звукопеленгатора командует «нуль» и корректировщик в азимуте устанавливает шкалу акустического азимута на нулевой отсчёт, т. е., вращая эту шкалу, подводит её нуль под неподвижный индекс.

Ориентировка звукопеленгатора типа ЗТ-5 на отдалённый предмет выполняется следующим образом. Стойка исправленных координат закрепляется фиксатором в положении для ориентировки; звукопеленгатор наводится так, чтобы визирная трубка была направлена на ориентир; при помощи курсового штурвала совмещают индекс, находящийся на траверзе, с индексом на коробке передач и устанавливают курсовую шкалу так, чтобы против всех её индексов стояли нули, после чего закрепляют её в этом положении стопором. Шкала исправленного азимута (выше обода стойки исправленных координат) освобождается, к индексу на ободе подводится нуль шкалы и последняя закрепляется.

Таким образом, ориентировка звукопеленгаторов выполняется также довольно просто. Когда прожектор и звукопеленгатор ориентированы, необходимо ориентировать пост управления и приступить к синхронизации системы. Во всех системах «Прожзвук», за исключением системы «Прожзвук-1», синхронизация производится в такой последовательности [1].

---

[1] Синхронизация системы «Прожзвук»-1» была частично рассмотрена в части второй, глава X, раздел 31.

Пост управления повёртывается так, чтобы наводчик азимута был обращен лицом к ориентиру. После этого включают питание синхронной передачи переменного тока.

На компараторе (прибор № 3) поста управления все шкалы устанавливаются нулями под неподвижные индексы, расположенные над верхней крышкой прибора. Шкалы передвигаются при помощи маховичков, расположенных под нижней крышкой, от которых передаётся вращение на статоры принимающих моторов.

Когда нули согласованы по азимуту и углу места, включается питание синхронной передачи постоянным током, и на этом ориентировка системы заканчивается.

Способ взаимной ориентировки применяется в случае отсутствия видимых местных предметов, пригодных для ориентировки (пасмурное небо, в степи или на поляне среди леса).

Ориентировка элементов системы «Прожзвук» по этому способу выполняется так. Прожектор наводится при помощи визирного приспособления на звукопеленгатор, и азимутальный лимб прожектора станавливается так, чтобы под индексом находилось деление 30-00, после чего лимб закрепляется.

Звукопеленгатор наводится при помощи визирного приспособления на прожектор и на корректоре ставятся на нуль шкалы акустического азимута и базы между прожектором и звукопеленгатором одновременно. На посту управления до включения тока ставят вращающуюся часть в направлении на прожектор. Прожектор повертывают так, чтобы его индекс азимута стоял против нуля на лимбе азимута. После этого включают питание переменного тока и совмещают нули шкал компаратора с неподвижным индексом.

В системе «Прожзвук-4» способ взаимной ориентировки используется только в исключительных случаях, так как здесь корректор не вводит поправки на базу между прожектором и звукопеленгатором, величина базы здесь сравнительно мала (35 — 50 м) и при таких условиях ошибка в ориентировке может быть значительной. Ошибка может здесь возрасти ещё вследствие того, что визирные трубки звукопеленгатора и прожектора находятся на некотором удалении от осей вращения этих приборов и горизонтальной плоскости. Для звукопеленгатора эта величина составляет 70 см, а для прожектора — 80 см. Поэтому, чтобы уменьшить ошибку при взаимной ориентировке, визирную трубку звукопеленгатора наводят не в центр прожектора, а на визирную трубку его. Ночью визирная трубка освещается ручным фонарём. Прожектор также наводят на визирную трубку корректора. В остальном ориентировка звукопеленгатора типа ЗТ-5 по этому способу ничем не отличается от описанной ранее.

На дерматиновой крышке прожектора З-15-3 на расстоянии 350 мм от центра нанесена перпендикулярно радиусу белая черта толщиной около 15 мм. При ориентировке крышка должна быть надета на прожектор таким образом, чтобы эта черта была вертикальна и находилась со стороны визирного приспособления прожектора.

На кронштейне звукопеленгатора ЗТ-3 нанесена такая же белая черта с таким расчётом, чтобы при угле места звукопеленгатора ЗТ-3 в 0° она была видна с прожектора. Расстояние от вертикальной

оси звукопеленгатора до черты должно быть примерно 90 см. Визирные приспособления прожектора и звукопеленгатора наводят на эти вертикальные белые черты, освещаемые в ночных условиях ручным фонарём. В остальном ориентировка выполняется так же, как было описано.

Ориентировка по точке севера, с использованием буссоли, применяется во всех тех случаях, когда необходимо у нескольких станций иметь одинаковую ориентировку между собой. Ориентировка по буссоли может выполняться различно: во-первых, при произвольном расположении приборов на позиции без предварительной их ориентировки; во-вторых, после предварительной ориентировки прожектора и звукопеленгатора по удалённому предмету и, в-третьих, после предварительно выполненной взаимной ориентировки прожектора и звукопеленгатора.

В первом случае, когда расположение приборов на позиции произвольно, буссоль устанавливается в любом месте по отношению к звукопеленгатору и прожектору. При установке буссоли она горизонтируется, магнитная стрелка её освобождается; нуль шкалы, вращающейся вместе с монокуляром, устанавливается под северный конец стрелки; затем индекс визира устанавливается против «0» шкалы и закрепляется в этом положении. В таком положении и монокуляр и визир направлены на север. Для того чтобы звукопеленгатор направить на север и начать отсчитывать углы поворота его акустической системы от линии *N—S* (север — юг) (рис. 160), необходимо навести визир звукопеленгатора на объектив монокуляра буссоли, а монокуляр, в свою очередь, навести на визир звукопеленгатора. Тогда монокуляр буссоли будет наведен на визир звукопеленгатора «0», шкала буссоли отойдёт от индекса визира и встанет в направлении линии буссоль — звукопеленгатор. По буссоли можно будет отсчитать угол $\alpha_{БЗ}$, причём отсчёт будет произведен от нуля к неподвижному индексу визира против часовой стрелки. Чтобы нуль азимутального лимба звукопеленгатора стоял также на север, при наводке звукопеленгатора на буссоль надо поставить под индекс лимба деление, соответствующее величине угла $\alpha_{Б}$. Этот угол можно найти по уравнению

$$\alpha_З = 30\text{-}00 - \alpha_{БЗ} \qquad (105)$$

или при $\alpha_{БЗ}$ большем, чем 30-00, — по уравнению

$$\alpha_З = 90\text{-}00 - \alpha_{БЗ}. \qquad (106)$$

Уравнение (106) поясняется чертежом на рис. 160, где отсчёт углов всюду производится против часовой стрелки (от двух стрелок на дуге к одной стрелке). Уравнение (106) поясняется рис. 160 для прожектора. В данном случае, чтобы прожектор направить по линии *N—S*, необходимо, во-первых, визир прожектора навести на объектив монокуляра буссоли, а монокуляр буссоли навести на визир прожектора. Когда эта наводка будет выполнена, то нуль шкалы встанет на линии базы прожектор — буссоль и по буссоли можно будет отсчитать угол $\alpha_{БП}$, который будет больше 30-00, согласно рис. 160. Между угловыми

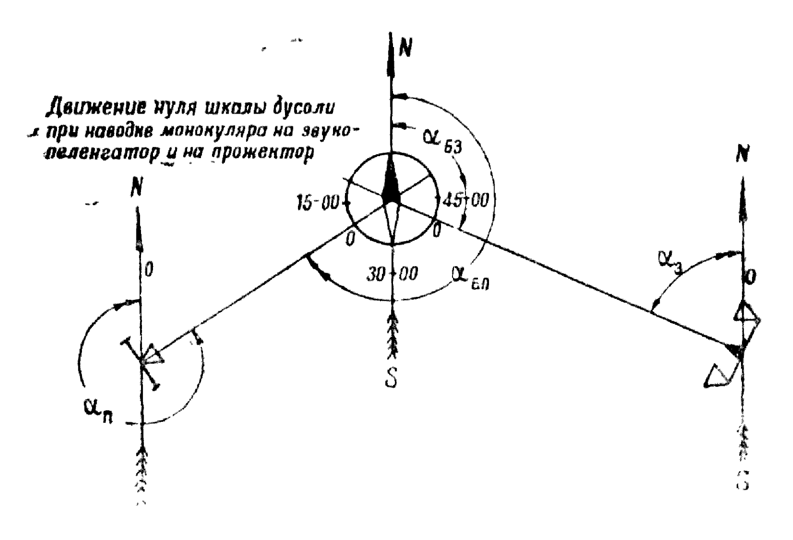


Рис. 160. Ориентировка системы «Прожзвук» по буссоли.

величинами $\alpha_{БП}$ и $\alpha_{П}$ в этом случае будет существовать соотношение 60-00 — $\alpha_{ПБ}$ + 60-00 — $\alpha_{Е}$ = 30-00, откуда и получаем

$$\alpha_{П} = 90\text{-}00 - \alpha_{БП}, \qquad (107)$$

т. е. уравнение, аналогичное с приведенным ранее уравнением (106). Рисунок 161 показывает, что эти уравнения (105) и (106) могут заменяться или для прожектора или для звукопеленгатора, в зависимости от величины отсчитываемого угла по буссоли. Таким образом угол, отсчитываемый по лимбу прожектора или по лимбу звукопеленгатора, при наводке этих приборов на буссоль, установленную в произвольном месте, будет определяться уравнением (105) или (106) для звукопеленгатора и уравнением (105) или уравнением (107) для прожектора, в зависимости от того, какой угол, $\alpha_{БЗ}$ или $\alpha_{БП}$ больше 30-00.

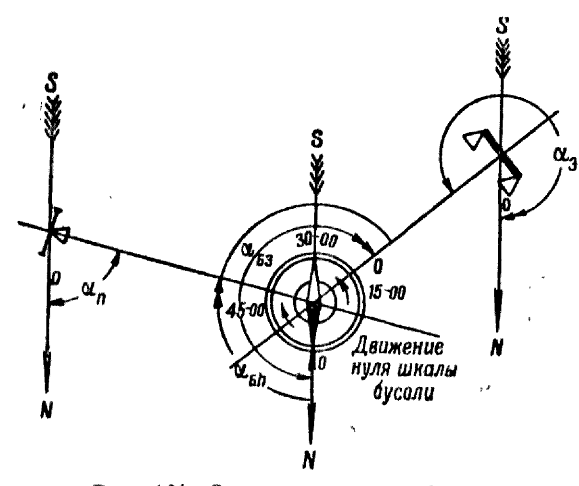


Рис. 161. Ориентировка на буссоль.

После того как на лимбах прожектора и звукопеленгатора поставлены соответствующие углы $\alpha_{З}$ и $\alpha_{П}$, подаётся команда «на нули». По выполнении этой команды индекс азимута прожектора и индекс азимута звукопеленгатора должны стоять против нулевого деления лимба и оба прибора должны быть направлены на север.

В том случае, когда звукопеленгатор и прожектор были вначале ориентированы на отдалённый предмет и требуется изменить ориентировку так, чтобы можно было отсчитывать углы азимута от направления $N - S$, поступают следующим образом. Вблизи от приборов в произвольном месте устанавливают буссоль и горизонтируют её, освобождается магнитная стрелка буссоли и нуль шкалы, вращающейся вместе с монокуляром, подводят под северный конец стрелки; затем индекс визира устанавливают против нуля шкалы и закрепляют в этом положении. После этого монокуляр буссоли наводят на ориентир и между смещённым нулем шкалы и индексом, против часовой стрелки отсчитывают азимут буссоли $\alpha_Б$. Так как ориентир должен выбираться достаточно далеким, если он не находится на линии базы, то следует считать, что оси звукопеленгатора, прожектора и монокуляра буссоли, наведённого на ориентир, параллельны друг другу. На этом основании под неподвижные индексы азимутальных лимбов прожектора и звукопеленгатора (согласно рис. 162) следует подвести деления лимбов, равные

$$\alpha_п = \alpha_з = 60\text{-}00 - \alpha_Б. \qquad (108)$$

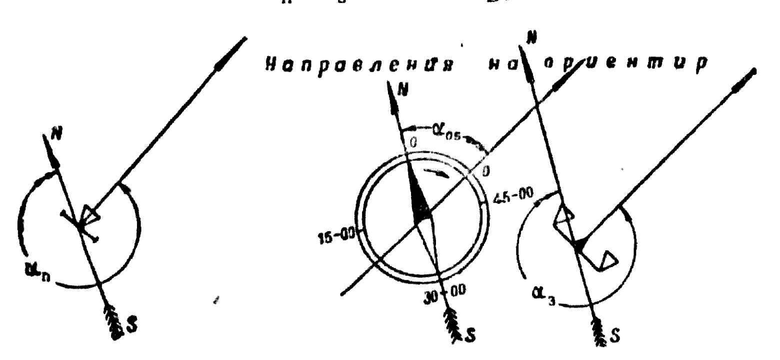


Рис. 162. Ориентировка на удалённый предмет.

Теперь после команды «на нули» прожектор и звукопеленгатор должны быть направлены на север и их индексы должны стоять против нулевых делений на лимбах.

В том случае, когда звукопеленгатор и прожектор были предварительно ориентированы по способу взаимной ориентировки и требуется изменить ориентировку так, чтобы можно было отсчитывать углы азимута от направления $N - S$, поступают следующим образом.

Пользуясь визиром буссоли или её монокуляром, стремятся установить её так, чтобы она стояла в створе между прожектором и звукопеленгатором, наведёнными друг на друга (рис. 163). Затем буссоль горизонтируют, освобождают магнитную стрелку, совмещают с ней нуль шкалы, движущейся совместно с монокуляром, и затем подводят индекс визира к этому нулю, т. е. поступают так же, как и в предыдущих случаях.

Чтобы определить отсчёт по лимбу звукопеленгатора в том случае, когда нуль его шкалы будет стоять на север, необходимо монокуляр буссоли навести на звукопеленгатор и отсчитать угол $\alpha_{БЗ}$. Теперь под индекс шкалы звукопеленгатора надо поставить значение угла

$$\alpha_З = 30\text{-}00 - \alpha_{БЗ} \text{ или } \alpha_З = 90\text{-}00 - \alpha_{БЗ} \qquad (109)$$

в зависимости от того, каково значение $\alpha_{БЗ}$; если оно больше 30-00, то надо пользоваться вторым выражением.

Чтобы определить отсчет по лимбу прожектора, когда нуль этого лимба будет стоять на север, необходимо монокуляр буссоли навести на прожектор и отсчитать по буссоли угол $\alpha_{БП}$. Теперь под индекс шкалы прожектора следует поставить значение угла

$$\alpha_П = 30\text{-}00 - \alpha_{БП} \text{ или } \alpha_П = 90\text{-}00 - \alpha_{БП} \qquad (110)$$

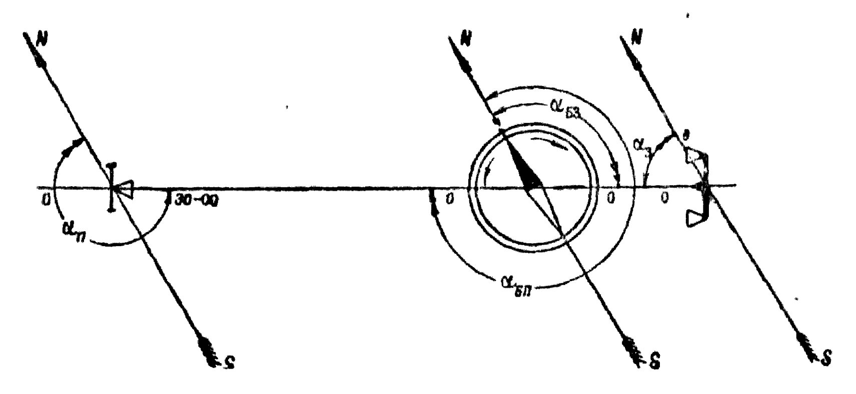


Рис. 163. Взаимная ориентировка.

также в зависимости от того, каково значение $\alpha_{БЗ}$; если оно больше 30-00, то надо пользоваться вторым (правым) выражением.

После установки соответствующих делений под индексы подаётся команда «на нули», и, когда прожектор и звукопеленгатор будут повёрнуты так, что их азимутальные индексы встанут против нуля лимба, оба прибора должны быть наведены на север.

Все перечисленные здесь способы ориентировки встречаются при практической работе станции, но в настоящее время более широко используется способ ориентировки с буссолью и способ ориентировки по Полярной звезде.

Ориентировку и синхронизацию системы «Прожзвук Сперри» с трёхрупорным звукопеленгатором надо производить в такой последовательности. Установить на нуль прицельное приспособление поста управления. Свизировать прожектор на пьедестал колонны звукопеленгатора и застопорить в азимуте в этом положении. Установить под индекс шкалы азимута деление 3200, закрепить шкалу и повернуть прожектор на нуль. Включить питание ключей на посту управления, — прожектор окажется зафиксированным в нулевом положении. В угле места прожектор также установить на нуль. На звукопеленгаторе установить шкалу скорости цели и шкалу смещения параллакса на нули.

Навести звукопеленгатор на прожектор, пользуясь прицелом корректора; при этом следить, чтобы изображение шарика пантографа и задний барабан прожектора совпадали на перекрёстных линиях зеркала. Не нарушать положения ручки корректора до окончания ориентировки по азимуту. Закрепить механизм вращения в азимуте. Поворачивая шкалу азимута, установить её на нуль. Нажать на зубчатку сцепления муфты параллаксного диска и поворачивать кулачок параллакса до тех пор, пока стрелка сверху кулачка не будет направлена на прожектор.

Поворачивая на треноге пост управления, навести его с помощью бинокля или открытого визира на центр барабана.

Звукоулавливатель и пост управления устанавливаются на нуль по углу места.

48. Установка вводных данных на корректорах

После ориентировки элементов системы «Прожзвук» на позиции надо установить на шкалах автоматического корректора некоторые вводные данные, необходимые для решения формул поправок в акустическое направление на самолёт.

В зависимости от типа корректора может быть различным и характер устанавливаемых вводных данных и порядок их установки; поэтому здесь будет рассмотрена последовательность установки вводных данных в корректор типа «Сперри» и в корректор типа «Герц».

В корректорах типа «Сперри» и в корректорах звукопеленгаторов ЗТ-3 и ЗТ-4 в качестве вводных данных устанавливаются: 1) высота полета самолёта; 2) угол между направлением базы и направлением линии ориентировки (или линии начального визирования); 3) скорость ветра в метрах в секунду и 4) направление ветра по отношению к линии ориентировки.

Предполагаемая высота полёта цели устанавливается, исходя из типа цели и прочих данных тактической обстановки при работе системы «Прожзвук». Величина высоты полета в метрах устанавливается на соответствующей шкале корректора (шкала *12* на рис. 92 и шкала XII на рис. 94).

Для установки угла между линией ориентировки и линией базы поступают следующим образом. Когда система ориентирована и на корректоре шкала акустического азимута звукопеленгатора стоит нулём против неподвижного индекса, на ней можно отсчитать угол между линией базы и линией ориентировки, если нанести звукопеленгатор при помощи визира на прожектор.

После того как наводка звукопеленгатора на прожектор выполнена, необходимо нуль шкалы направления базы на корректоре поставить против индекса азимутальной шкалы звукопеленгатора. Для этого в корректоре типа ЗТ-4 необходимо пользоваться приспособлением для установки шкал (рис. 99).

Скорость и направление ветра могут быть введены по-разному, исходя из имеющихся в распоряжении начальника станции данных. Возможны следующие случаи.

В о - п е р в ы х, возможен случай, когда скорость и направление ветра следует определять своими силами, ибо никаких данных о ветре ниоткуда не получено.

При этих условиях скорость и направление ветра у поверхности земли определяются на-глаз, с помощью нитки, ленточки или брошенного вверх песка. Скорость ветра можно брать, измеряя её на станции анемометром или руководствуясь следующими наблюдениями, приведенными в табл. 8.

Таблица 8

Если наблюдается, что	Скорость ветра (в м/сек) будет
дым поднимается вертикально, листья деревьев неподвижны (штиль)	0
ощущается дуновение ветра лицом или рукой (тихий ветер)	1,5—2
колышутся листья на деревьях (лёгкий и слабый ветер)	3—5
ветер колеблет ветви деревьев (умеренный ветер)	5—7
ветер приводит в движение ветви деревьев (свежий ветер)	7—9
ветер качает большие ветви и тонкие стволы (сильный и крепкий ветер)	10—13
ветер клонит деревья к земле, ломает ветви и нетолстые стволы (очень крепкий ветер и шторм)	14—18
ветер производит разрушительные действия (сильный шторм)	20—25
жестокий шторм и ураган	25—30 и больше

Для установки угла направления ветра следует установить звукопеленгатор так, чтобы ветер дул в рупоры и после этого шкалу направления ветра поставить нулём (или индексом *С*) под индекс азимутальной шкалы звукопеленгатора. Для установки шкалы ветра в звукопеленгаторе ЗТ-4 следует пользоваться приспособлением (см. рис. 99).

Во-вторых, возможно, что с метеорологической станции поступит таблица скоростей ветра, полученная на основании шаропилотных наблюдений; по этой таблице и следует определять данные так называемого акустического ветра. Понятие акустического ветра было пояснено в части первой (глава VII, раздел 22).

Следует заметить, что в зимнее время можно пользоваться срочными наблюдениями метеостанции за ветром, а в летнее время необходимо, чтобы шаропилот был пущен не более чем за 3 часа до работы станции на позиции. Во всяком случае, любые изменения ветра по скорости и направлению во время работы, после установки определённых значений при установке вводных данных будут вносить неточность в вырабатываемые корректором поправки на ветер.

Для определения скорости и направления акустического ветра, на основании полученных данных о шаропилотных наблюдениях метеостанции, рекомендуется пользоваться графическим приёмом, который заключается в следующем. На листе бумаги проводится линия *N* — *S*, изображающая направление север—юг. От любой точки *A* на этой прямой под данным углом откладывается в масштабе отрезок, характеризующий скорость и направление ветра у земли; у конца этого вектора пристраивается вектор под другим углом к линии *N* — *S*, характеризующей скорость и направление ветра по некоторой высоте (например 200 м), к концу этого вектора пристраивается вектор ветра в следующем слое и т. д. до предполагаемой высоты полёта самолёта.

Векторы должны откладываться все время для однажды выбранной толщины воздушных слоёв (например 200 м). Если на больших высотах отсчёты будут даны метеостанцией через 400 м, то слои в 400 м надо считать как два слоя по 200 м и откладывать скорость ветра по данному направлению дважды. Если между соседними слоями скорость и направление ветра изменяются очень резко (например, скорость более чем на 10 м/сек, а направление более чем на 45°), то для такого слоя надо брать среднее значение скорости и направления между данными для этого слоя и данными для предыдущего слоя.

Таким образом, в результате графического построения будет получена векторная диаграмма (рис. 164). Замыкающие векторов, переведенные масштабом в метры в секунду для высот в 1000, 2000, 3000 и т. д. и разделённые на соответствующее число слоёв воздуха толщиной в 200 м, дают величину скорости акустического ветра для взятых высот соответственно, а направления замыкающих векторов дают направление акустического ветра для этих высот.

Пример построения подобной векторной диаграммы приведен в описании звукопеленгаторов ЗТ-3 и ЗТ-4.

После того как определены скорость и направление акустического ветра, эти величины устанавливаются на шкалах корректора—скорость на шкале скорости ветра в м/сек, направление — путём поворота шкалы ветра от рукоятки приспособления (см. рис. 99). На рис. 165 приведена схема, поясняющая характер расположения делений шкал в зависимости от направления соответствующих векторов.

Рис. 164. Схема определения акустического ветра.

Установка вводных данных на корректоре типа «Герц» производится по-другому, так как здесь исходными данными для решения поправок являются скорость самолёта и его

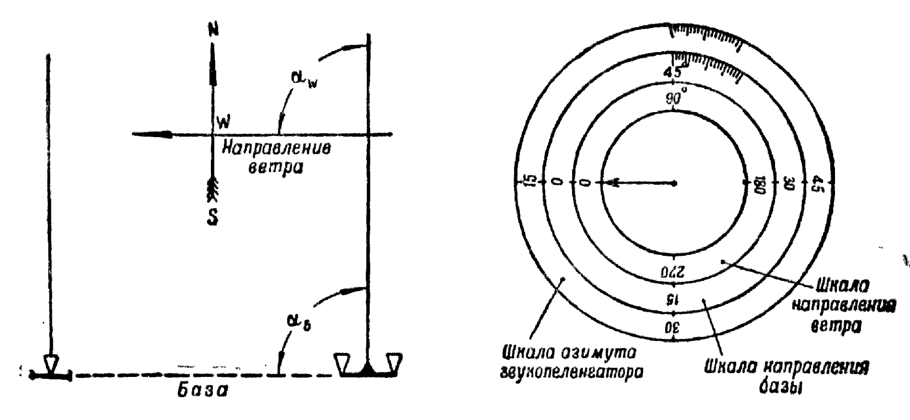


Рис. 165. Установка шкал корректора ЗТ-4.

направление, скорость и направление ветра и температурный градиент между температурой воздуха у земли и на высоте полёта самолета. Установка скорости самолёта здесь производится или до начала работы звукопеленгатора или же во время работы последнего, когда тип самолёта и его скорость можно определить на основании издаваемого им звука.

Скорость самолёта в км/час устанавливается на шкале, расположенной сверху на коробке треугольника скоростей (рис. 110).

Установку скорости и направления ветра можно производить также, или определяя их на самом звукопеленгаторе своими силами или на основании данных, полученных с метеостанции.

В первом случае скорость ветра определяется при помощи ветрянки (анемометра) или на основании наблюдаемых признаков, приведенных в табл. 8, и устанавливается на шкале скорости ветра (м/сек), расположенной под коробкой треугольника скоростей.

Для установки угла направления ветра необходимо после ориентировки звукопеленгатора установить рупоры против ветра. На коробке треугольника скоростей совместить индексы *6* и *7* (рис. 166), отжав рычаг *8* и вращая крестовину коробки.

Вращением штурвала установки курса цели совместить индексы *4* и *5* (на траверзе и коробке передач). По шкале курса будет отсчитываться угол между направлением ветра и линией ориентировки, отличающийся от истинного значения этого угла на 15-00. Открепив стопор *12*, расположенный на чаше корректора, подвести нуль шкалы курса цели *13* под индекс *14* и закрепить шкалу стопором *12*. Штурвалом установки курса цели поставить индекс *14* по шкале курса цели на отсчет 15-00. При этом курсовые линии коробки треугольника скоростей встанут параллельно направлению ветра.

Если теперь установить определённую скорость ветра, то ветровой стержень отклонится от центра коробки треугольника скоростей и потянет ветровую линейку (рис. 110), в результате чего чёрная курсовая линейка будет стоять своей кромкой непараллельно курсовым линиям верхней плоскости коробки треугольника. Для установки

угла ветра необходимо теперь открепить стопор *16* ветрового штурвала и вращением последнего добиться параллельности края чёрной линейки *21* и штрихов *22* (рис. 166). По выполнении этой операции шкала скорости ветра расположится противоположно шкале моторной скорости самолёта так, что ветер будет как бы дуть из отверстия для ключа шкалы скорости ветра.

Ветровой штурвал теперь следует закрепить стопором *16* и вращением курсового штурвала поставить индекс *14* против нулевого отсчета,

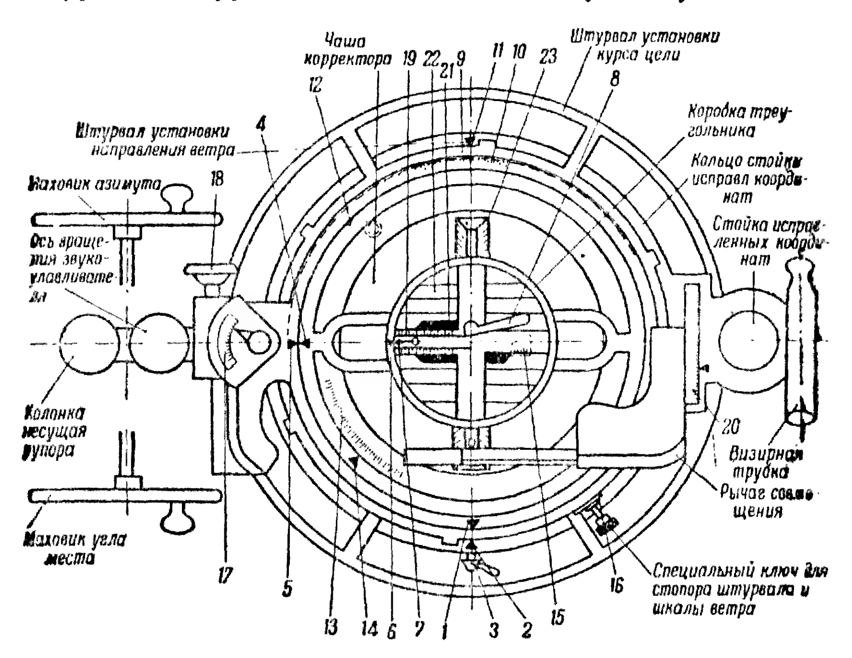


Рис. 166. Установка вводных данных на корректоре ЗТ-5:

2—индексы для стопорения обода стойки исправленных координат; *3*—фиксатор стойки в походном положении; *4*, *5*—индексы; *6*, *7*—индексы; *8*—рычаг; *9*—стопор шкалы исправленного азимута; *10*, *11*—шкала и индекс исправленного азимута; *12*—стопор курсовой шкалы; *13*—шкала курса цели; *14*—индекс; *15*—шкала скорости ветра; *16*—стопор ветрового штурвала; *17*—шкала температурного механизма; *18*—маховичок множительного барабанчика; *19*—шкала скорости цели; *20*—шкала исправленного угла места; *21*—чёрная линейка; *22*—штрихи; *23*—шкала углов крыши.

а затем против ранее отсчитанного значения угла между направлением ветра и линией ориентировки, после чего необходимо, вращая акустическую систему в азимуте, совместить индексы *4* и *5*. При этом индекс шкалы исправленного азимута должен стоять против нуля, звукопеленгатор должен быть наведен по линии ориентировки. Теперь курсовую шкалу можно вновь поставить на нуль, открепив стопор *12* и совмещая нуль с индексом *14*. Установка скорости и направления ветра окончена.

Во втором случае, когда данные о ветре получены с метеорологической станции, поступают следующим образом. На шкале скорости ветра *15* (рис. 166) устанавливают полученное значение скорости ветра в м/сек. На коробке треугольника скоростей, отжав рычаг *8* (рис. 166),

совместить индексы *6* и *7*. При ориентировке по местному предмету или по способу взаимной ориентировки следует по буссоли или по компасу определить угол между направлением линии ориентировки и направлением $N—S$, так как направление ветра даётся по отношению к линии север — юг; при этом буссоль и звукопеленгатор должны быть наведены на один и тот же ориентир. Затем определить угол направления ветра по отношению к данному ориентиру, для чего решить формулу

$$\alpha_w = 15\text{-}00 + (\alpha'_w \pm \alpha_{оз}), \qquad (111)$$

где α_w — угол между направлением ветра и линией ориентировки;
α'_w — азимут ветра, полученный с метеостанции;
$\alpha_{оз}$ — азимут ориентира.

Если звукопеленгатор был ориентирован в направлении севера, то угол $\alpha_{оз} = 0$ и формула (111) упрощается. С помощью курсового штурвала следует теперь ввести угол на шкале курса цели *13* индексом *14*. Затем, вращая ветровой штурвал, установить курсовую линейку *21* параллельно линиям *22*. При этом шкала скорости ветра должна занять положение, диаметрально противоположное шкале скорости самолёта. После этого штурвал ветра закрепить стопором *16*. Вращая штурвал курса, вновь совместить индексы *4* и *5*; на этом установка направления и скорости ветра заканчивается.

Установка вводных данных на множительном механизме поправки на температурную рефракцию осуществляется следующим образом. Если нет температурных данных с метеостанции, то, измерив температуру у земли термометром и задавшись высотой полёта самолёта, вычислить температуру на этой высоте из расчёта понижения температуры на 6° на каждый километр. Например, температура у земли $\pm$ 15°. Высота полёта предполагается 6 000 м. Следовательно, падение температуры на высоте 6 000 м будет равняться $6 \times 6° = 36°$; тогда температура воздуха на высоте 6 000 м будет $+ 15—36 = —21$°С.

Полученное значение температуры на высоте полёта на множительном барабанчике *18* (рис. 166, на наружной шкале) совместить с значением температуры на земле (внутренняя шкала) и на третьей шкале этого же барабанчика отсчитать полученное отношение $T/T_0 \cdot 100$. Вращением маховичка *18* установить на шкале *17* индекс на данное отношение.

Если с метеостанции получены значения температур для различных слоёв воздуха, то следует подобрать температуру, соответствующую предполагаемой высоте полёта цели, и затем совместить ее с температурой у поверхности земли. Затем, прочитав величину отношения $T/T_0 \cdot 100$, установить на шкале *17* индекс против этого отношения.

На этом установка всех вводных данных в корректор заканчивается, и система «Прожзвук» окончательно подготовлена к действию.

ГЛАВА XIV

ОБСЛУЖИВАНИЕ СИСТЕМ «ПРОЖЗВУК» В ДЕЙСТВИИ

49. Обслуживание прожектора в действии

Обслуживание прожектора типа З-15 в действии сводится к зажиганию дуги и наблюдению за её горением, к наблюдению за работой механизмов вращения прожектора и за работой всех других элементов прожектора (вентилятор, агрегаты наводки, моторы датчика обратного контроля и элементы электрической схемы прожектора).

При нормальных условиях, когда всё исправно и электроды поставлены правильно для зажигания дуги, следует только включить рубильник на прожекторе.

Не следует включать рубильник при соприкасающихся углях и при открытом люке в боковой стенке кожуха. При включении рубильника электромагнит мгновенного зажигания разъединит третий электрод с отрицательным углем и почти мгновенно образуется дуга. При отсутствии механизма мгновенного зажигания или если почему-либо он выключен и не работает, дугообразование также происходит автоматически и выполняется автоматом лампы. При этом мотор автомата, присоединённый параллельно дуге и подвергающийся всем изменениям напряжения, зависящим от дуги, при включении рубильника в течение короткого времени перед образованием дуги будет работать с увеличенной скоростью; когда же угли сомкнутся и образуется дуга, число оборотов мотора понизится и при нормальном горении дуги будет равно 3600 об/мин. Если в момент образования дуги отрицательный электрод не отводится автоматически от положительного после их соприкосновения, следует немедленно воспользоваться ручным управлением для отрицательного угля и развести угли. Перед переходом на ручное управление следует находящийся около маховичка *3* (см. рис. 62) запор со специальной гайкой *4* установить в крайнее левое положение прорези (надпись «ручное») и тогда уже пользоваться ручным управлением. Для перевода запора следует, отвёртывая рукой, несколько ослабить гайку, фиксирующую положение запора, а затем уже передвинуть его и вновь закрепить гайку.

Наблюдение за дугой во время работы производится через смотровое окно с защитным (тёмнокрасным) стеклом, а также по проекционному приспособлению и электроизмерительным приборам на прожекторе. Не следует смотреть прямо на дугу через переднее защитное стекло или открытый люк во избежание повреждения глаз.

Наблюдение за горением дуги по проекционному приспособлению позволяет судить о правильном положении кратера положительного электрода в фокусе отражателя. Как в момент образования дуги, так и во время её работы горящий конец положительного электрода должен своим обрезом приходиться против риски на матовом стекле. Нормальный вид дуги на проекционном приспособлении показан на левой верхней фигуре рис. 167.

Если положительный электрод во время работы дуговой лампы отстает в подаче, необходимо ускорить его подачу вручную, для чего надо маховичок *2* (см. рис. 62) вращать против часовой стрелки вручную, независимо от автоматического вращения этого маховичка.

Можно увеличить скорость подачи положительного электрода от минимума до максимума при помощи маховичка *5* (см. рис. 62) поворотом его влево по указателю, расположенному на коробке автомата, в сторону надписи «полуавтомат».

Если положительный электрод во время работы дуговой лампы сильно выдвигается вперёд и сходит с риски в сторону отрицательного электрода, необходимо проверить положение маховичка *5* и установить его в положение «автомат» или же проследить работу термоконтакта, который может быть всё время замкнут (или разомкнут), в результате чего и обеспечивается скорость подачи положительного электрода большая, чем скорость его сгорания.

Если в начальный момент при включении дуговой лампы положительный электрод не окажется в нормальном своём положении против риски матового стекла проекционного приспособления, а конец положительного электрода имеет нормальный вылет из радиатора и в этом имеется полная уверенность, то следует дуговую лампу фокусировать путём перемещения головки дуговой лампы на её стойке.

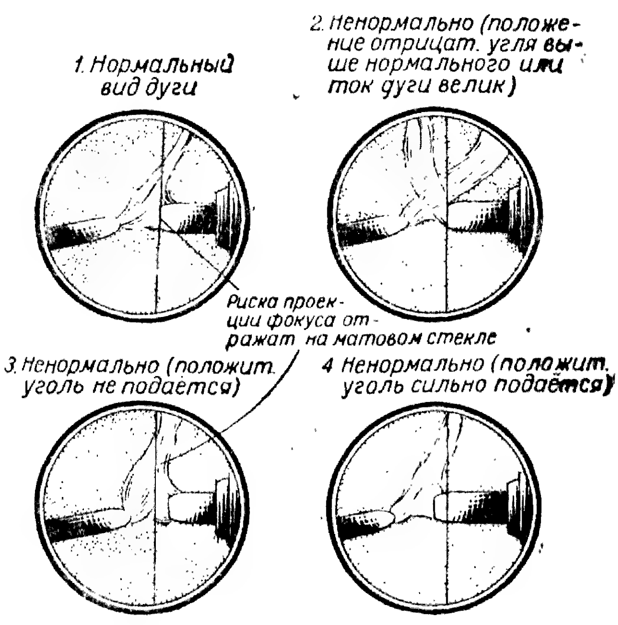


Рис. 167. Вид дуги на матовом стекле.

Фокусировка лампы осуществляется вращением маховичка *22* (см. рис. 49), который соединён через карданный валик и коническую пару с фокусирующим винтом, жёстко установленным на стойке лампы и ввинчивающимся в отверстие хвостовика *13* (см. рис. 57). Когда кратер положительного электрода находится в фокусе, то световой пучок прожектора будет казаться: а) слегка сходящимся, если смотреть непосредственно от кожуха прожектора; б) параллельным, если смотреть на него, отойдя от прожектора в сторону на расстояние приблизительно до 30 м, и в) слегка расходящимся, если смотреть с большого расстояния от прожектора (угол расхождения равен приблизительно 1,25°).

Ночью пучок прожектора кажется синевато-белым, при дневном свете пучок почти невидим, и о действии дуги можно судить только при наблюдении её через смотровое окно или проекционное приспособление.

Внешний вид дуги, видимый через смотровое окно, представляется подобным показанному на рис. 168. Нормальная дуга должна гореть устойчиво и не шипеть. При нормальных условиях она должна гореть

с выделением небольшого количества пепла, не выбрасывать раскалённых кусочков из электродов и не давать большого количества дыма и сажи.

Наблюдение за режимом горения дуги по электроизмерительным приборам позволяет судить о нормальном электрическом режиме горения дуги. Нормальный режим по вольтметру и амперметру характеризуется напряжением в 78 в и силой тока в 150 а. При неправильном электрическом режиме следует подтянуть или ослабить пружину, регулирующую подачу отрицательного электрода, посредством маховичка *б* (см. рис. 62). Если напряжение на дуге меньше 78 в (дуга коротка), надо натягивать пружину и вращать маховичок по часовой стрелке в сторону надписи «длин.». Если напряжение на дуге более 78 в, маховичок надо вращать в сторону надписи «корот.» и ослаблять пружину.

При отрегулированной на требуемый режим пружине колебания напряжения на дуге не должны быть более ± 2 в. Во время длительной работы дуговой лампы необходимо следить за отрицательным углем, чтобы он подавался вперед и назад надлежащим образом. Наблюдать, чтобы дуга горела спокойно, ровно, не перекидывалась на разные точки угля и давала ровный кратер. Когда дуга начинает «гулять», гореть неровно, образуя неудовлетворительный кратер, что в большинстве случаев происходит из-за неправильного режима, надо опилить конец положительного угля и исправить режим, изменяя натяжение пружины. Необходимо наблюдать за тем, чтобы положительный электрод непрерывно вращался и подавался вперёд, чтобы края кратера обгорали равномерно и перпендикулярно оси угля и расстояние конца угля до радиатора поддерживалось в 22 мм (в прожекторах выпуска с 1937 г. — 27 мм).



Рис. 168. Вид нормально работающей дуги прожектора.

К ручному управлению дуговой лампой прибегать лишь при крайней необходимости. Через каждые $1^1/_2$—2 часа работы лампы детали механизмов головки смазывать графитовой смазкой.

Обслуживание механизмов вращения прожектора сводится к соответствующим переключениям их с ручного управления на моторное и обратно, что должно выполняться достаточно надёжно и правильно.

Во время работы эти механизмы не должны подвергаться посторонним нагрузкам (нельзя облокачиваться на прожектор) и должны работать бесшумно, не перегреваясь.

Все другие элементы прожектора должны работать исправно, не создавая шума и перебоев.

50. Обслуживание прожекторного агрегата в действии[1]

Наблюдение за работой и обслуживание агрегата во время работы прожекторной станции на позиции заключаются в следующем:

1) запуск мотора, переход на малые обороты;

2) включение и выключение нагрузки по указаниям начальника станции;

3) наблюдение за электрическим режимом: рабочее напряжение на щитке агрегата должно быть 105 ± 2 в и сила тока 150 ± 5 а (для станций-искателей соответственно может быть 110 ± 2 в и 166 ± 5 а) при сбрасывании и включении нагрузки бросок должен быть не более 17,5 в;

4) наблюдение за оборотами мотора с целью определения качества регулировки электромагнитного регулятора, показание спидометра при нормально отрегулированном регуляторе должно быть 45—48 км/час, что соответствует 1 800 ± 50 об/мин.;

5) наблюдение за давлением масла по манометру на щитке водителя: давление, допускаемое по ОСТ, — менее 1,2 кг/см², при 1 000 об/мин двигателя и температуре масла 80° С;

6) наблюдение за исправностью работы системы охлаждения: за нормальным натяжением вентиляторного ремня (если ослаб, то подтянуть), нет ли течи воды из радиатора и в системе охлаждения, соединительных шлангах, сальнике водяной помпы, рубашке блока; не допускать кипения воды в радиаторе (что указывает на загрязненность радиатора), наполнять радиатор водой;

7) наблюдение за исправностью системы смазки: нет ли там масла, периодически проверять уровень и качество масла, в случае надобности — пополнять масло;

8) наблюдение за подачей горючего: за нормальной подачей горючего, нет ли течи в соединениях и краниках бензопровода, за количеством горючего; пополнять горючее из запасных бензобаков и переходить на питание горючим из второго бензобака, своевременно и обязательно перекрывая краник пустого бензобака;

9) наблюдение за выхлопом: не пробивают ли отработанные газы во фланце выхлопной трубы, за целостью коробки глушителя, не слишком ли богата или бедна смесь;

10) наблюдение за отрегулированностью зажигания: достаточно ли опережение зажигания для работы мотора (проверить правильность регулировки тяги); периодически проверять исправность работы свечей мотора ощупыванием (равномерный нагрев основания свечей во всех цилиндрах во время работы мотора), на слух и проверкой на искру;

---

[1] Все данные приведены применительно к прожекторному агрегату, монтированному на автомобиле ЗИС-12.

11) проверка работы мотора ослушиванием: следить, нет ли ненормальных стуков в моторе, в коробке передач и муфте переключения, если появятся ненормальные стуки, остановить мотор (если позволяет обстановка) и немедленно доложить начальнику станции; наблюдать за степенью нагрева блока цилиндров мотора, — при большом перегреве мотора доложить начальнику станции;

12) наблюдение за работой генератора: нет ли искрения щеток (для генератора типа ПР-150 допускается небольшое искрение, появляющееся по временам под небольшой частью щёток); нет ли ненормальных стуков и шумов; следить (ощупыванием) за нормальным нагревом подшипников и коллектора генератора (температура коллектора не должна превышать 95° С; температура подшипника — не более 75—80° С; температура обмоток якоря и катушек возбуждения не более 95° С при температуре окружающего воздуха 35° С);

13) ведение учёта работы мотора на генератор в часах, а работы мотора при езде — в километрах.

Эти данные регулярно и своевременно должны быть занесены в формуляр станции. Учесть, что 1 час работы мотора на генератор соответствует 50 км по счётчику. Учёт времени работы мотора на генератор желательно вести непосредственно по часам, записывая часы и минуты.

В некоторых случаях практики прожекторный агрегат может оказаться без электромагнитного регулятора (по причине аварии, ремонта и т. д.). Управление и обслуживание агрегата в действии в этом случае производятся с соблюдением ряда предосторожностей:

1) Двигатель запускают при включённом главном рубильнике и выведенном шунтовом реостате и на малых оборотах включают муфту переключения на генератор.

2) Рычаг коробки скоростей переводят на четвёртую скорость и, передвигая рычаг газа, постепенно поднимают обороты двигателя, наблюдая за вольтметром. Когда вольтметр покажет 103—105 в, рычаг газа оставляют на месте, а рычаг зажигания переводят доотказа вверх. Если при этом обороты двигателя повысятся, то надо отрегулировать обороты до прежних показаний вольтметра (103—105 в).

3) После этого включают главный рубильник и ждут включения прожектора, наблюдая всё время за приборами.

4) Когда включится дуга (что будет видно по приборам), быстро дают полный газ и смотрят, чтобы показания вольтметра не отклонялись от 103—105 в.

5) После того как режим дуги установится, амперметр должен показывать 150—166 а. В случае надобности регулируют напряжение, открывая или прикрывая газ.

Во время работы прожектора шофер должен быть все время на месте, за рулем, и следить за приборами, не снимая руки с рычага газа.

В случае выключения или погасания дуги немедленно прикрыть газ, так чтобы напряжение не повышалось выше 103—105 в. Вслед за обрывом дуги может последовать немедленное вторичное включение её, поэтому шофер должен быть готов вновь произвести все операции, указанные ранее.

По окончании работы надо сначала закрыть газ, переведя двигатель на малые обороты, выключить главный рубильник и поставить рычаг зажигания в нормальное при езде положение. После этого переключить муфту на карданный вал, подготовив таким образом автомобиль для езды.

Обслуживание автомобиля и двигателя в других условиях здесь не рассматривается, так как эти мероприятия выполняются согласно специальным указаниям в соответствующих руководствах и инструкциях по автоделу и автомашинам данных типов.

51. Обслуживание звукопеленгатора в действии

После ориентировки элементов системы «Прожзвук» на позиции и установки вводных данных расчёт звукопеленгатора начинает работу, выполняя то или иное задание, в зависимости от общей задачи, поставленной перед системой. Задания могут быть даны примерно в следующем виде: 1) наблюдение за участком вероятного налёта противника; в) встреча и поиск цели.

При начале работы слухачи направляют звукоприемники по указанию своего начальника на основании данных постов ПВО или ВНОС, плавно вращают штурвал наводки акустической системы, так чтобы звукоприемники перемещались со скоростью не свыше 12 градусов в секунду, и определяют появление цели.

Полный оборот звукопеленгатора в азимуте не должен быть произведен быстрее, чем в полминуты. В звукопеленгаторах ЗТ-3 и ЗТ-4 корректировщики, работающие на маховичках корректора, до момента определения появления цели слухачами находятся в полной готовности начать работу. По обнаружении самолёта и установлении затылочного равновесия слухачи должны перемещать акустическую систему со скоростью не свыше 4—5° в секунду. Когда цель найдена, слухачи ведут акустическую систему за целью в одном направлении, поддерживая затылочное равновесие, периодически его контролируя методом вилки, но не чаще чем через 30 сек. Корректировщики совмещают черные стрелки с красными на шкалах поправок на запаздывание звука. При совмещении стрелок запрещается «гонять» чёрную стрелку точно за всеми колебаниями красной стрелки.

Следует устанавливать чёрную стрелку плавно посредине колебаний красной стрелки. В случае «вилки», выполняемой слухачами, надо оставить прежнюю величину поправок до выработки новой.

У модернизированного корректора ЗТ-4 с тахометрами корректировщики плавно нажимают педали для пуска тахометров (резкий нажим воспрещается).

После начала движения стрелки начинают, вращая маховички, совмещать индекс со стрелкой тахометра. После остановки стрелки тахометра выжидают не менее 0,5 сек. и снова нажимают педаль для повторного пуска тахометра.

После остановки стрелки тахометра с помощью маховичка совместить индекс с новым положением стрелки.

Приведение стрелки на нуль шкалы и пуск тахометра для нового отсчёта делаются только одним нажимом педали.

Не разрешается нажимать педаль до остановки стрелки тахометра, т. е. до тех пор, пока время работы тахометра не истекло. Если при нажатии педали стрелка тахометра не тронулась с места, хотя соответствующий привод акустической системы и дал некоторое угловое ускорение, необходимо повторить нажатие педали.

Если тахометр продолжает работать, несмотря на истекшую общую выдержку времени, то необходимо, не дожидаясь остановки тахометра, нажать педаль.

У звукопеленгатора ЗТ-5 слухачи, надев шлемы, направляют рупоры в ту сторону, откуда ожидается появление самолётов, плавно вращая их со скоростью не свыше 3—5° в секунду по азимуту. Слухач угла места вращает рупоры по углу места в пределах 0—10°.

До момента нахождения самолёта корректировщики находятся возле прибора в полной готовности начать работу. Когда цель найдена, корректировщики устанавливают курсовую линейку в чаше параллельно курсу, совмещают чёрную линейку с параллельными линиями на коробке треугольника и снимают исправленные азимут и угол места рычагом совмещения.

52. Поиск цели звукопеленгатором

Поиск цели является наиболее ответственным моментом в работе системы. Успешность его в значительной мере зависит от правильной работы номеров расчета. Поиск цели должен занять минимальное время, во-первых, потому, что если самолёт будет захвачен в луч на предельной досягаемости прожектора, он будет большее время освещен; во-вторых, прожектор-искатель быстрее может быть освобождён и направлен на поиск другой цели после передачи цели прожекторам-сопроводителям; в-третьих, длительный поиск цели лучом прожектора позволит пилоту ориентироваться и, совершив маневр, уйти из зоны освещения.

Поиск цели звукопеленгатором обычно производится следующим порядком. После ориентировки системы и установки в корректоре вводных данных даётся команда о поиске самолёта. Слухачи, направляя звукоприемники в угле места не свыше 10°, обследуют весь горизонт, медленно вращая штурвал азимута так, чтобы звукоприемники перемещались со скоростью не свыше 3—5° в секунду. Если известен заблаговременно сектор предполагаемого налёта, то азимутальный слухач обследует только этот сектор.

Кроме того, командир системы или звукопеленгатора, получив донесение о приближении самолёта или услышав шум последнего, указывает слухачам сектор поиска. Слухач угла места во время поиска цели слухачом азимута перемещает рупоры в пределах 0—10° с еще меньшей скоростью. Как только азимутальный слухач, найдя цель и установив затылочное равновесие, подаст голосом сигнал «есть», слухач угла места немедленно устанавливает затылочное равновесие и подает сигнал «есть».

Корректировщики, получив сигнал «есть» от слухачей, на звукопеленгаторе ЗТ-5 устанавливают курс самолёта вращением штурвала курса и исправляют акустические данные рычагом совмещения корректора. Если слухачи работают «вилкой», то записываемый карандашом

курс самолёта обычно имеет вид ломаной линии. Поэтому для правильного определения курса корректировщик должен поставить курсовую линейку в чаше корректора не вдоль зигзагообразных отрезков ломаной линии, а вдоль средней линии, соответствующей направлению полёта. Чтобы иметь явно выраженное направление полета на записываемом карандашом курсе, необходимо, чтобы слухачи проследили за самолётом не менее 10 секунд.

Слухачи стараются с наибольшей точностью поддерживать затылочное равновесие, плавно и без рывков следуя за целью. Это даёт корректировщикам возможность более быстрого и точного определения курса самолёта, а следовательно, и более точного исправления акустических координат.

У звукопеленгаторов ЗТ-3 и ЗТ-4 корректировщики при поиске цели слухачами и после сигнала «есть» совмещают окончательно стрелки на шкале запаздывания звука и вводят поправку от руки на ветер и на параллакс (базу) в угле места.

Наводчики на посту управления, наблюдая за вращением шкал компаратора (прибор № 3) звукопеленгатора, плавно, непрерывно и возможно точнее стремятся совместить индексы шкал.

Командир системы, находясь на посту управления, подаёт команду «луч» и после открытия луча — команду «поиск». По этой команде наводчики поста управления начинают поиск с поста управления.

53. Поиск цели лучом прожектора

В результате того что звукопеленгатор определяет направление на самолёт неточно, прожекторный луч оказывается очень часто направленным не на цель, а в некоторую зону вероятного местонахождения самолета (зона в. м. с.). При этом звукопеленгатор даёт направление на эту зону и «истинное» направление, полученное от звукопеленгатора после введения закономерных поправок, и пронизывает эту зону где-то в одном месте, тогда как луч прожектора своей осью будет пронизывать эту зону по некоторому другому направлению, а самолёт будет находиться по некоторому третьему направлению. На основании этого возникает необходимость обыскивать эту зону лучом зенитного прожектора, перемещая последний с некоторой угловой скоростью, большей, чем угловая скорость движения цели, и так чтобы, пока самолёт находится на том же курсе, он встретился бы с лучом прожектора на малом отрезке пути.

В Инструкции по обучению номеров прожекторных расчётов поискам от штанги (станция З-15-4) и с поста управления (система «Прожзвук) изд. УБПзПВО ТС 1943 г. принято считать, что зона в. м. с. ограничивается углом $\pm 3°$ от того направления, по которому оказывается наведен зенитный прожектор. Этот угол $\pm 3°$ взят на основании опыта предыдущих лет и на основании данных некоторых фирм о точности работы их звукопеленгаторов. Эта же инструкция определяет некоторые типовые фигуры поиска, т. е. те фигуры, которые должны вычерчиваться прожекторным лучом на небосводе в районе зоны в. м. с. с таким расчётом, чтобы все взмахи луча происходили в пределах определенного времени и чтобы при встрече самолёта с лучом освещение

самолёта призводилось столько времени, сколько необходимо для того, чтобы он был замечен наблюдателями от прожектора. Начальник системы или прожекторной станции в каждом отдельном случае выбирает вид поиска (ту или иную последовательность перемещения луча). Выбор вида поиска влияет на число удачных поисков. Неправильным выбором поиска можно резко снизить его результат, поэтому к выбору вида поиска нужно относиться очень внимательно. На существующих прожекторных станциях возможно производить поиск лучом прожектора, перемещая последний от штанги (прожектор-сопроводитель) или перемещая прожектор от прибора наводки поста управления. Существуют следующие виды поиска самолёта лучом прожектора от штанги и выбираются они на основании данных, приведенных в табл. 9.

Таблица 9

Курс самолёта	Изменение углов наводки звукопеленгатора или прожектора	Вид поиска
Самолёт идёт точно на нас (курс 180°)	Резко меняется угол места (увеличиваясь), азимут не меняется	Вертикальный поиск строго вверх
Самолёт идёт на нас и вправо	Меняется резко угол места, азимут слегка смещается вправо	Вертикальный поиск вверх слева направо
Самолёт идёт на нас и влево	Меняется резко угол места, азимут слегка смещается влево	Вертикальный поиск вверх справа налево
Самолёт идёт точно от нас (курс 0°)	Резко меняется угол места (уменьшаясь), азимут не меняется	Вертикальный поиск строго вниз
Самолёт идёт слева направо (курс 270°)	Резко меняется азимут, угол места не меняется	Горизонтальный поиск вправо
Самолёт идёт слева направо и на нас	Меняется резко азимут и слегка меняется угол места (увеличиваясь)	Горизонтальный поиск вправо вверх
Самолёт идёт справа налево (курс 90°)	Резко меняется азимут, угол места не меняется	Горизонтальный поиск влево
Самолёт идёт справа налево и от нас	Резко меняется азимут, угол места слегка меняется (уменшаясь)	Горизонтальный поиск влево вниз

В табл. 9 приведены не все возможные случаи, а лишь показано, как надо выбирать вид поиска в зависимости от курса самолёта и изменений азимута и угла места наводки звукопеленгатора.

Инструкцией рекомендованы два вида поиска от штанги: горизонтальный (вправо или влево, вправо вверх или вправо вниз и влево вверх или влево вниз) и вертикальный (вверх или вниз, вниз вправо или вниз влево и вверх влево или вверх вправо).

Фигуры поиска от штанги имеют вид, представленный на рис. 169 и 170, где также показаны диапазоны перемещения луча и интервалы времени, в течение которых совершаются эти перемещения.

На рис. 169 и 170 представлены фигуры горизонтального поиска вертикальный поиск должен производиться так же, но первое движение производится вправо или влево в горизонтальной плоскости, а второе движение производится на семь делений лимба по направлению движения самолёта, т. е. вверх или вниз, и таким образом горизонтальный поиск необходимо повернуть на 90°.

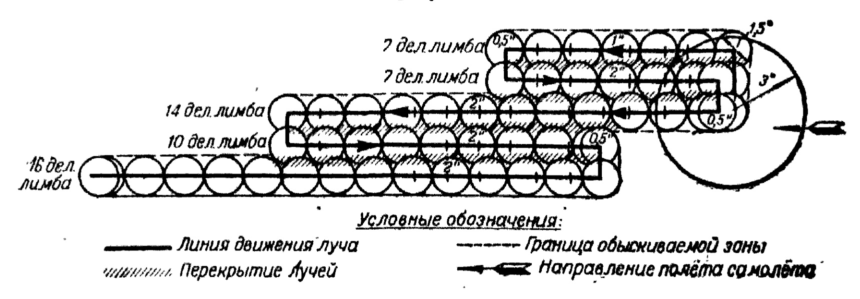


Рис. 169. Горизонтальный поиск от штанги влево вниз.

Отработка приёмов поиска заключается в том, что надо натренировать номера, производящие поиск, в совершении ограниченных и точных движений у штанги, доведя их до автоматизма. Это может быть достигнуто правильной постановкой ног, рук и всего корпуса штангиста.

Тщательной тренировкой надо добиться точности в вычерчивании фигуры, помня, что большое значение в поиске при современных скоростях самолётов имеют даже доли секунды.

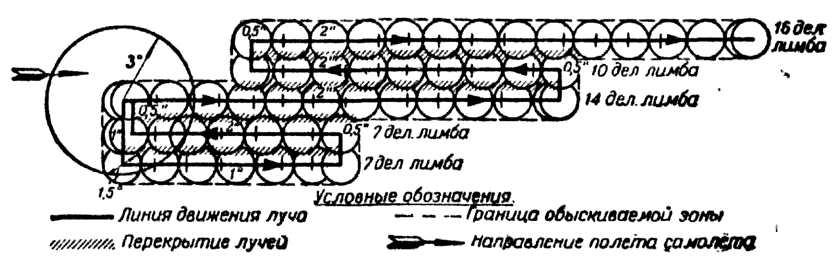


Рис. 170. Горизонтальный поиск от штанги вправо вверх.

В случае производства поиска от поста управления рекомендуется колебать индексы шкал прожектора на посту управления около движущихся индексов шкал звукопеленгатора. При этом вид поиска также задаётся начальником системы, исходя из соображений, приведенных ранее. В зависимости от заданного вида поиска колебание индексов шкал прожектора производится по-разному. Один из наводчиков на посту управления подаёт периодически команды (если производится горизонтальный поиск, то командует наводчик азимута, если вертикальный поиск, то командует наводчик угла места). Так, например, при горизонтальном поиске последовательность работы номеров поста управления представляется в следующем виде:

№ приёма	Команды, подаваемые пятым номером	Наводчик по азимуту (пятый номер)	Наводчик по углу места (шестой номер)
1	«раз»	Плавно передвигает индекс азимутальной шкалы (внутреннего круга) на три деления по другую сторону индекса внешней шкалы азимутального круга	Услышав конец команды «раз» и почувствовав окончание движения, производимого пятым номером, быстро передвигает индекс шкалы угла места (внутреннего круга) на одно деление в направлении индекса внешней шкалы угла места и докладывает «есть»
2	«два»	Не задерживаясь, плавно передвигает индекс в обратном направлении на три деления за индекс внешнего круга	В конце команды «два» передвигает индекс на одно деление в том же направлении, докладывая «есть»
3	«раз»	То же, что и в 1-м приёме	В конце команды «раз» передвигает индекс на одно деление в том же направлении
4	«два»	То же, что и во 2-м приёме	То же, что и во 2-м приёме
5	«раз»	То же, что и в 1-м приёме	То же, что и в 3-м приёме
6	«два»	То же, что и во 2-м приёме	То же, что и во 2-м приёме

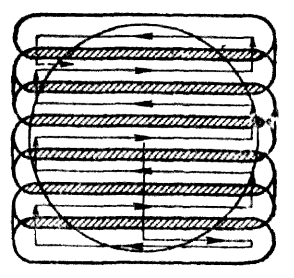
Таким образом, поиск производится согласно схеме рис. 171. До начала поиска наводчики поста управления держат индексы шкал не совмещёнными на три деления (рис. 172) и по команде «поиск» начинают колебания, как было указано.

Если задан вертикальный поиск, то функции наводчиков изменятся: будет командовать наводчик по углу места и он будет задавать более резкие колебания индексу внутренней шкалы угла места прожектора на посту управления, а наводчик азимута на каждый счёт будет сдвигать свой индекс на одно деление. Окончив поиск в одном направлении, т. е. смещение индекса на одно деление (от 1 до 6, т. е. от — 3 до + 3 делений), повторяют поиск, смещая индекс на одно деление в обратную сторону. В результате таких движений индексов шкал фигура поиска получится подобная представленной на рис. 171. Весь поиск в одном направлении производится за шесть приёмов. Поиск может продолжаться до тех пор, пока самолёт не будет пойман лучом прожектора или не выйдет за пределы досягаемости.

При отработке поисков с поста управления добиваются: согласованной и точной работы номеров, соответствия движения индексов выбранному виду поиска и выполнения приёма в положенное время. По команде «стоп» начальника системы наблюдатели должны быстро прекратить поиск. Наблюдатели должны всё время следить за движением индексов; за лучом наблюдает начальник системы и, обнаружив

самолёт в луче, подает команду «стоп». По команде «стоп» номера быстро переводят взгляд по лучу на самолёт.

На качество поиска, кроме подготовки номеров, большое влияние оказывает состояние материальной части. Материальная часть должна быть отлажена, прожектор должен легко вращаться, штанга и маховики на посту управления не должны иметь люфта. На постах управления для облегчения поиска три деления внешних шкал справа и



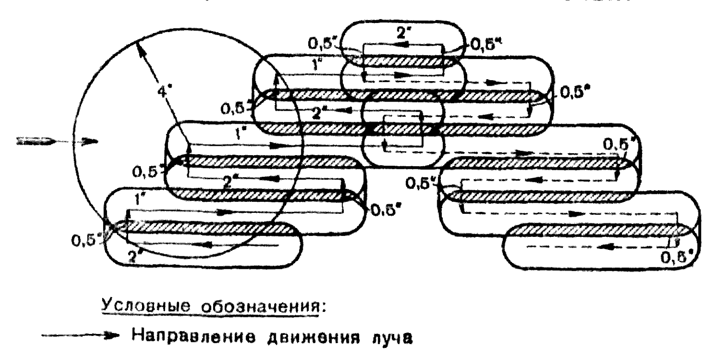


Рис. 171. Горизонтальный поиск с поста управления.

слева от индекса окрашены в красный цвет, так что через краску видны чёрные штрихи делений.

При наличии той или иной выбранной фигуры поиска можно произвести расчёт возможной встречи самолёта с лучом и определить время пребывания самолёта в луче при этой встрече на основании следующих рассуждений:

Угловая скорость перемещения цели приближенно будет определяться по формуле

$$w = \frac{180 \cdot v}{\pi \cdot L} \text{ градус/сек,} \tag{112}$$

где v — линейная скорость цели в м/сек;

L — дальность до цели в м.

Если принять, что действующая ширина луча прожектора равна 1,2° и за каждый малый приём луч будет перемещён на свою полную действующую ширину или на одно малое деление лимба, равное 1,2°, а за одну секунду луч будет повёрнут на n таких малых делений, то угловая скорость луча будет

$$w_1 = 1{,}2 \cdot n \text{ градус/сек.} \tag{113}$$

Зная угловую скорость цели и угловую скорость луча, можно, взяв любую фигуру поиска и задавшись тем или иным вероятным положением самолёта в зоне в. м. с., определить, когда (т. е. на какой секунде) может произойти встреча самолета с лучом, если самолёт будет двигаться из своего начального положения по некоторому вероятному курсу со скоростью w, а луч будет из своего исходного положения двигаться со скоростью w_1, по определённой системе, описывая фигуру поиска. Когда произойдет встреча самолёта с лучом, то можно определить время пребывания самолёта в луче по формуле

$$t = \frac{\beta - \delta}{w \pm w_1}, \tag{114}$$

где β — действующая угловая ширина луча прожектора в градусах;
δ — угловая ширина цели в градусах.

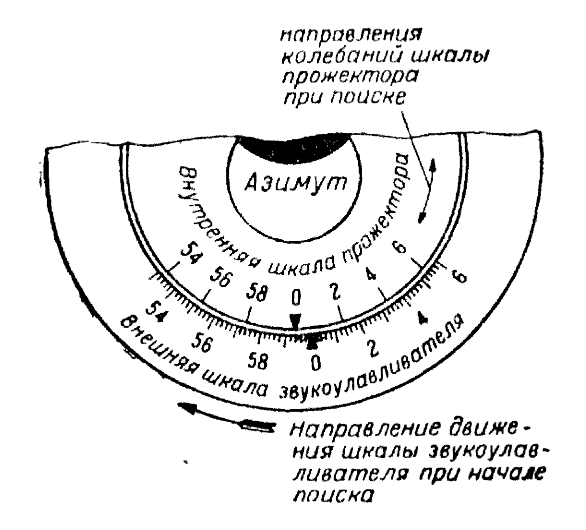


Рис. 172. Смещение лимбов поста управления перед началом поиска.

Знак плюс берётся в знаменателе тогда, когда направления движения луча и цели противоположны и время пребывания цели в луче вследствие этого уменьшается; знак минус берётся тогда, когда эти направления совпадают.

Считается, что минимальным временем, необходимым для того, чтобы заметить самолёт в луче, будет время, равное 0,2 сек. Но надо, конечно, иметь в виду ещё метеорологические условия, удаление наблюдателя от прожектора, его внимательность и т. п. Фактически необходимое время t будет изменяться в некоторых пределах.

Поиск воздушной цели лучом прожектора является весьма ответственной и наиболее важной операцией по эксплоатации зенитного прожектора в боевых условиях; поэтому вопросу обучения методам поиска и вопросам исследования различных видов поиска для различных типов целей должно быть уделено максимальное внимание.

54. Сопровождение целей

На звукопеленгаторе сопровождение цели выполняется плавным и непрерывным движением акустической системы за целью. Слухачи, установив затылочное равновесие, стараются удержать это равновесие плавно, без рывков и «вилки», следуя за самолётом с той же угловой скоростью, с какой летит последний. Такое плавное сопровождение цели обязательно должно быть непрерывным в течение не менее чем полминуты, чтобы дать возможность корректировщикам точно определить курс самолёта.

При работе слухачей рывками и «вилкой» определить точный курс нельзя, и вся работа звукопеленгатора будет бесполезна.

При сопровождении цели приём «вилки» для проверки затылочного равновесия допускается, но не чаще чем через полминуты. Эта «вилка» не должна быть свыше 2—3° вправо или влево и может продолжаться не более 2—3 сек.

У корректоров звукопеленгаторов ЗТ-3 и ЗТ-4 при работе слухачей «вилкой» нельзя получить правильных поправок. Кроме того, рывки, «вилка» и большие ускорения при слежке за самолетом недопустимы и потому, что клапан, защищающий меха (корректор ЗТ-4), отрегулирован на предельную скорость в 4,5 ÷ 5° в секунду. При большей угловой скорости вращения звукоприемников клапан выключает механизм запаздывания звука, и стрелка, показывающая величину поправки, падает на нуль. Для запуска этого механизма вновь, необходимо, чтобы слухач на мгновение (0,5—1 сек.) приостановил вращение своего маховика и затем, плавно увеличивая скорость, вновь установил затылочное равновесие. Следует заметить, что корректировщики в этом случае не должны гоняться за стрелкой корректора, а должны держать свою стрелку в ранее бывшем положении до тех пор, пока не выработается новая поправка.

Можно применять и другой способ восстановления действия механизма запаздывания звука. Он заключается в следующем: слухач делает реверс, т. е. поворот маховика в обратную сторону, и затем плавным вращением маховика с постепенным увеличением скорости, но не свыше 4—5° в секунду, догоняет цель и, установив затылочное равновесие, следует за ней, всё время удерживая это равновесие. Если произошло выключение клапана, например, в азимуте, то азимутальный корректировщик подает сигнал «азимут нуль».

По этому сигналу слухач одним из указанных способов (остановкой вращения или реверсом) вновь включает клапан и продолжает следить за целью, удерживая затылочное равновесие.

Во время работы слухачи должны меняться через каждый час (не реже). Их заменяют корректировщики. Поэтому корректировщики и слухачи должны получить одинаковую подготовку и тренировку на взаимозаменяемость, т. е. слухач должен уметь хорошо работать в качестве корректировщика и наоборот. При этом необходимо строго соблюдать требование: слухачи и корректировщики должны работать и по азимуту и по углу места. Лучше всего, если слухачи и корректировщики будут одинаково подготовлены как для азимута, так и для угла места.

Сопровождение цели лучом прожектора производится плавным перемещением луча с угловой скоростью, равной угловой скорости движения цели.

Для более удобного наблюдения за целью рекомендуется удерживать цель в луче прожектора, руководствуясь следующими правилами: необходимо держать цель не в середине луча, а тем краем луча, который обращён к наблюдателю, для которого производится освещение цели. Если цель освещается для зенитной артиллерии, то она должна удерживаться тем краем луча, который обращён к наблюдателям-артиллеристам. Во избежание потери цели не следует перемещать луч прожектора рывками, но вместе с тем необходимо внимательно следить за возможным маневром цели с попыткой выйти из луча. На практике почти всегда цель, найденная искателем, освещается несколькими лучами прожекторов-сопроводителей и таким образом она находится в перекрестии лучей. Сопровождение цели должно быть непрерывным во всей зоне действия прожектора. В случае потери сопровождаемой цели станция-сопроводитель закрывает луч, а станции-искатели, находящиеся внутри зоны, начинают поиск потерянной цели.

При наличии в воздухе одновременно лёгких и тяжёлых самолетов освещать необходимо в первую очередь тяжёлые самолёты, как наиболее опасные для обороняемого объекта.

Свертывание системы «Прожзвук» по команде «отбой» производится в порядке, обратном развертыванию элементов системы.

ГЛАВА XV

ХРАНЕНИЕ, УХОД И СБЕРЕЖЕНИЕ ПРИБОРОВ СИСТЕМ «ПРОЖЗВУК»

55. Хранение прожекторных станций

Прожекторная станция должна находиться всегда в полной боевой готовности; поэтому личный состав периодически осматривает её.

Системы, поступающие с завода и из ремонтных мастерских, должны быть в полной исправности, а из войсковых частей — в полной комплектности и обязательно с дефектной ведомостью.

Техническое обслуживание станций в полевых условиях организуется под навесами, брезентами, под защитой деревьев, вдали от пыльных дорог. Главные приборы системы должны быть максимально защищены от атмосферных воздействий. Автомашины имеют каркасы с брезентовым верхом; кроме того, прожектор, корректор и кабельные катушки отдельно закрыты брезентовыми чехлами. Несмотря на эту защиту, продолжительное воздействие дождя и ветра портит брезент; приборы, находящиеся под ним, окисляются, ржавеют (металлические части и токопроводящие поверхности); поэтому для длительного хранения станций необходимы специально оборудованное помещение и систематический осмотр и уход за приборами.

Хранение на открытом воздухе (хотя и кратковременное) допустимо лишь при известной предосторожности, когда оба автомобиля

остаются обязательно закрытыми брезентом, а приборы внутри платформы — своими чехлами.

Нормальные условия хранения требуют наличия закрытых (со всех сторон) сухих помещений, имеющих достаточные размеры по площади и высоте и позволяющих развёртывать системы при периодических осмотрах и чистках каждого прибора в отдельности.

При хранении станций в сухих закрытых помещениях и при условии полного бездействия приборов осмотр и чистка производятся не реже одного раза в месяц, а возобновление смазки — не реже одного раза в год.

При хранении системы под открытым небом или под навесом осмотр и чистку производить не реже двух раз в месяц, а возобновление смазки — не реже двух раз в год.

Через каждые три месяца систему следует развёртывать в боевое положение (на сближенных дистанциях между отдельными приборами), причём она должна проработать не меньше часа для проверки нормального действия всех элементов.

После каждого выхода станции из гаража, независимо от количества проработанных ею часов, она должна подвергаться техническому осмотру, мойке, сушке и чистке всех элементов станции.

Системы, находящиеся в эксплоатации, не реже одного раза в год должны подвергаться осмотру и чистке с разборкой отдельных механизмов: механизмов привода, прожектора и звукопеленгатора, подъемных механизмов, всей звукопроводящей системы от рупора до шлема слухача (чистка внутренних поверхностей); должны быть осмотрены резиновый шланг и шлемы, вскрыт пост управления для удаления пыли и, наконец, осмотрены кабели.

Соответствующие правила технических осмотров станций и приборов системы «Прожзвук» чаще всего излагаются в описаниях этих станций и инструкциях по их обслуживанию.

Обслуживание автомашин в прожекторных частях должно производиться в строгом соответствии с руководящими приказами по эксплоатации автомашин и в соответствии с инструкциями, наставлениями и руководствами по хранению и парковому обслуживанию автомашин.

В неотапливаемых гаражах-стоянках в зимнее время вода из радиаторов и всей системы охлаждения должна быть спущена, а на радиаторе вывешена дощечка с надписью «вода спущена». При спуске воды необходимо следить, чтобы спусковое отверстие помпы было прочищено специальной прочисткой или проволокой. По окончании слива воды из системы охлаждения спускные краники оставляют открытыми и пробки наливных отверстий завёртывают на один-два витка резьбы во избежание замерзания. Аккумуляторные гнёзда должны быть утеплены войлоком или другими теплоизоляционными материалами. Плотность электролита в зимних условиях должна быть повышена по удельному весу до 1,30—1,31. Не допускается искусственное доведение электролита до нормальной плотности путём доливки кислоты без зарядки аккумуляторов. Для смазки следует применять более жидкие сорта различного рода смазочных материалов.

В полевых условиях для агрегата должен быть построен отеплённый гараж-землянка. Отеплённым гаражом считается помещение, где

в любое время суток температура не спускается ниже + 5° С и отсутствуют резкие изменения температуры. В таком гараже вода и масло не сливаются и аккумуляторы остаются на машине.

56. Чистка и смазка зенитного прожектора

При чистке зенитного прожектора все поверхности прожектора очищаются от грязи и пыли ветошью или чистыми тряпками с применением тёплой воды, чистится дуговая лампа прожектора и удаляется пыль и грязь из кожуха прожектора, затем чистится и протирается защитное стекло.

Грязь и пыль с окрашенных поверхностей прожектора удаляются ветошью и тряпками, намоченными в тёплой воде, и в трудно доступных местах смахиваются мягкой кистью.

Для протирки окраски рекомендуется пользоваться эмульсией. Эта эмульсия может состоять из 70% воды и около 30% льняного (невареного) масла. К этому количеству добавляют 0,5% 25-процентного аммиака или 4—4,5% нашатырного спирта; весь состав хорошо размешивается. Перед протиранием такой эмульсией тряпка смачивается и отжимается. После смывания пыли эмульсией окрашенная поверхность протирается сухой тряпкой. Смазывание окрашенных поверхностей смазочным маслом, бензином, керосином и мойка водой на морозе разрушают окраску.

Дуговая лампа прожектора очищается от угольной пыли и кусочков угольных электродов при помощи щётки для чистки лампы. При этом чистят контактные щётки положительного угля и контакты отрицательного угля; очищают отверстие радиатора и всю изоляцию головки дуговой лампы от угольной пыли и грязи; удаляют отработанную смазку бензином или керосином, протирая лампу тряпкой.

Необходимо следить за тем, чтобы термоконтакт дуговой лампы был всегда в чистоте, и периодически пыль и грязь удалять продувкой воздухом (от компрессора или простыми мехами), линзу термоконтакта протирать спиртом или жидкостью для чистки отражателя.

Необходимо следить, чтобы на двигателях наводки прожектора не было грязи, пыли или влаги, для чего их надо регулярно протирать и продувать, а в случае большого увлажнения просушивать двигатели. Коллекторы чистить стеклянной бумагой № 00, подшлифовывая на полных оборотах с помощью деревянной колодки, продуть для удаления пыли и протереть чистой холщевой тряпкой, смоченной бензином 1-го сорта.

Основной уход за отражателем и защитным стеклом заключается в их чистке; кроме того, необходимо следить за смещением отражателя. Для чистки стеклянных отражателей употребляется спирт-ректификат или жидкость следующего состава:

химически чистый, тонко отмученный мел — 10% объёма;

35-процентный раствор ректифицированного спирта (96°) в воде — 90% объёма.

При приготовлении отмучивать мел три-четыре раза, а если мел толстоват, то повторить отмучивание ещё несколько раз. Перед употреблением состав необходимо взболтать (состав должен иметь вид мо-

лока). Сначала с отражателя кистью смахнуть пыль, затем раствор налить на вату, завёрнутую в марлю (бинтовую), и осторожно наносить на отражатель тонким слоем, дать составу немного подсохнуть, но не до полного высыхания, и стереть с отражателя чистой ватой, завернутой в марлю. При протирании перемещать вату по радиусам отражателя от центра к кромке, стряхивая её. Состав хранить в сосуде с закрытой пробкой во избежание попадания грязи, песка и пыли. Отражатель чистить не позднее чем через сутки после работы, так как на него осаждаются продукты горения дуги; если их во-время не стереть, то потом они уже с трудом снимаются и снижают силу света прожектора. Этим же составом промывают аналогичным способом и защитное стекло. Необходимо строго следить, чтобы сразу же после работы (в крайнем случае не позднее чем через сутки) защитное стекло было протёрто, так как на него осаждаются продукты горения дуги — сажа, окислы редких земель (последние в виде белого налёта садятся на верхние секторы защитного стекла). Если белый налёт своевременно не удалить, то потом его снимать чрезвычайно трудно. Необходимо вести наблюдение за возможным смещением отражателя. Для проверки смещения отражателя относительно фокуса можно пользоваться методом светового пятна.

Металлические отражатели, покрытые снаружи отражающим слоем, подвергаются также чистке, которая должна производиться особенно тщательно и аккуратно. Перед тем как протирать металлический отражатель, необходимо смести с него пыль плоской щёткой, изготовленной из мягкого волоса (меха белки или перьев), затем протереть отражатель ватой, смоченной бензином 1-го сорта. Вату и кисть хранить так, чтобы на них не попадало каких-либо механических частиц, могущих поцарапать (даже в виде волосяных царапин) отражающую поверхность отражателя.

В зимних условиях стеклянный отражатель следует чистить только спиртом, налёт с защитного стекла можно удалять ружейной щёлочью, причём через 10—15 минут после смачивания щёлочью защитное стекло следует досуха протереть, не оставляя следов щёлочи.

Смазка частей и механизмов прожектора производится периодически в такой последовательности: после каждых $1^1/_2$—2 часов работы смазываются детали головки дуговой лампы (шестерни спиральные, цилиндрические, положительной и отрицательной головок, червячная пара, втулка каретки). Смазывать эти детали рекомендуется графитовой смазкой не густо; перед смазкой (особенно зимой) необходимо протереть спиральные и цилиндрические шестерни керосином и провернуть тяги подачи углей вручную, не включая рубильника.

Через каждые 6 часов работы смазывается автомат дуговой лампы. Смазка производится при помощи масленки с узким носиком через специальные отверстия в коробке автомата. Род смазки — костяное масло, в летнее время можно использовать машинное масло (ОСТ 7954), в зимнее время при морозах —18° (до —45°) использовать вазелиновое масло МВП (ОСТ 4115) или трансформаторное масло или же зимнюю ружейную смазку.

Через 18—24 часа работы смазывать тележку прожектора (соединительный палец вилки с полуосью колеса) и поворотный стол прожек-

тора (механизмы горизонтального и вертикального вращения прожектора) солидолом.

Через каждые 60—120 часов работы смазывается редуктор мотора автомата лампы (смазкой марки ГСА или смазкой КВ) и механизмы горизонтального и вертикального вращения солидолом.

Через каждые 120—180 часов работы смазывать тележку прожектора (полуоси всех четырёх колёс), подшипники центрального штыря и подшипники цапф кожуха — все эти детали смазываются солидолом. через специальные масленки-тавотницы. Подшипники мотора вентилятора смазываются при снятом кожухе вентилятора смазкой ГСА.

57. Уход за прожекторным агрегатом

Уход за прожекторным агрегатом складывается из ухода за автомашиной и за специальным оборудованием, расположенным на ней. Уход за автомашиной здесь не рассматривается, так как все правила этого ухода изложены в специальных руководствах по автоделу и описаниях соответствующих автомашин.

Уход за специальным оборудованием прожекторного агрегата складывается из ухода за генератором, муфтой переключения, электромагнитным регулятором и за элементами распределительного устройства (кабели, электропроводка, приборы распределительного щитка).

Генератор прожекторного агрегата станций типа З-15 требует постоянного и внимательного наблюдения. Генератор имеет плотно закрывающиеся крышки люков, защищающие его внутренние части от попадания пыли, грязи и воды. Однако низкое расположение генератора на шасси, недостаточное закрытие крышек при свёртывании станции, отсутствие наблюдения за прокладками на крышках, езда по плохим, мокрым дорогам, конденсация влаги внутри генератора, неаккуратная мойка шасси не исключают полностью попадания в генератор воды и пыли, а иногда и грязи.

При эксплоатации генератора необходимо соблюдать следующие правила:

1) генератор должен быть всегда чистым снаружи и изнутри; после работы, перед постановкой в парк, генератор надо протереть тряпкой; раз в 1 — 2 месяца, открыв люки, продуть пыль с помощью шланга компрессора на агрегате или ручными мехами; при продувании следить, чтобы пыль была выдута, а не перегнана из одной части машины в другую; во всех случаях коллектор протирать чистой тряпкой, смоченной бензином;

2) попавшие внутрь корпуса генератора воду и влагу удалять протиранием тряпкой, в особенности в нижней части корпуса генератора; если замер сопротивления изоляции покажет, что обмотки и контактные части увлажнены (иногда вода и влага проникают даже между корпусом генератора и катушками возбуждения), необходимо просушить машину;

3) при мойке агрегата прожекторной станции генератор прикрывать брезентовым чехлом; чехол надо иметь на мойке как инвентарь;

4) при въезде агрегата с мороза в тёплое помещение или при резких колебаниях наружной температуры появившийся конденсат воды удалять тряпкой;

5) при хранении прожекторной станции в парках и при выездах проверять, чтобы все крышки люков генератора были плотно закрыты; открывать их только при работе станции или при осмотрах ее.

Методы замера изоляции генератора, способы сушки генератора и уход за коллектором генератора достаточно обстоятельно изложены в описании зенитной прожекторной станции З-15-4, изданном Воениздатом в 1941 г., поэтому здесь не излагаются.

Уход за муфтой переключения складывается из наблюдения за положением рычага переключения, лёгкости переключения без усилий (плавно и надёжно) и своевременной смены смазки в коробке муфты переключения.

Уход за электромагнитным регулятором складывается из наблюдения за отрегулированностью самого регулятора, что легко выполнить при работе агрегата под нагрузкой и при сбрасывании и вторичном включении нагрузки. Хорошая работа регулятора, кроме того, обеспечивается хорошим уходом за карбюратором и системой питания. Необходимо следить, чтобы в регуляторе не было никаких механических заеданий между статором и ротором, заеданий или ослабления оси ротора в отверстиях планок. Не должно быть заеданий тяг в шарнирах, заеданий оси добавочной дроссельной заслонки в патрубке, заеданий самой заслонки.

Следует наблюдать, хорошо ли затянуты винты, крепящие поводки на оси дроссельной заслонки, исправна ли пружина, открывающая заслонку.

Все электрические контакты подводки к регулятору должны быть закреплены, хомутики сопротивлений запаяны, провода не должны иметь надломов, обрывов и нарушения изоляции; крышка регулятора не должна прикасаться к катушке, иначе возможно протирание изоляции и замыкание провода толстой обмотки на корпусе. Строго следить за чистотой регулятора. Чистку и смазку производить не реже, чем через пять дней. Протирать регулятор тряпкой, кистью, продувать из шланга компрессора, предварительно сняв крышку с катушки регулятора.

Кабель в оплётке необходимо просушивать, так как он при разматывании попадает в воду, на мокрую землю, траву. Кабель в резиновых шлангах просушивать нет необходимости, но его надо протирать тряпкой при наматывании на барабан, очищать от грязи, снёга и т. п. Этот кабель необходимо оберегать от попадания на него бензина и масла, вредно влияющих на резину. В большие морозы (35—40°C) резиновый шланг начинает несколько терять гибкость и поэтому при размотке кабеля это необходимо учитывать, для чего при свертывании станции кабель надо наматывать сразу же по окончании работы, пока он ещё не остыл.

При долговременном хранении кабеля в резиновом шланге его необходимо пересыпать тальком во избежание порчи резины. Исправность отдельных жил кабеля проверять прозваниванием или вольтметром.

Предохранители и все приборы распределительного щитка должны быть всегда чистыми, сухими и исправными. Контакты всех подводящих ток проводов должны быть плотными, очищенными от грязи, пыли и окислов.

При осмотрах необходимо вскрывать предохранители и удалять пыль, влагу и окисление.

Смазка специального оборудования агрегата производится, руководствуясь следующими правилами.

Через каждые 6 часов работы смазывать электромагнитный регулятор (ось ротора, шарниры тяги) автолом и солидолом; трос лебёдки,

цепь Галля, провода кабельной катушки — солидолом. Через каждые 18—24 часа работы смазывать подшипники кабельной катушки, червячную пару, ось барабана и хвост конической шестерни привода лебёдки солидолом или автолом; муфту переключения — автолом 6 или 10. Через 60—120 часов работы производить смену смазки в коробке муфты переключения: автол 6 — зимой, автол 10 — летом; через 180 часов работы и более смазывать подшипники генератора консистентной смазкой № 1/13.

Через 2 000—2 500 часов работы производить смену смазки генератора.

Как правило, при поступлении прожекторных станций первую смену смазки надо производить ранее указанных сроков. Перед смазкой каждое отверстие и трущиеся детали обязательно очищать от грязи и пыли. Коррозию и налёт на металлических деталях снять, а эти места покрыть краской, а если красить нельзя, то смазать предохранительной смазкой. Смазку производить аккуратно, не переполняя пространства для смазки.

Если прожекторная станция не работает, то замену смазки производить не реже одного раза в 6 месяцев.

58. Уход за звукопеленгатором и постом управления

При уходе за звукопеленгаторами типа ЗТ-3 и ЗТ-4 надлежит придерживаться следующих основных правил:

1) не предпринимать никаких разборок и внутренних осмотров прибора без специалиста — монтёра или механика, а также начальника системы;

2) ни в коем случае не позволять без необходимости открывать кожухи приборов, вертеть маховички и вообще производить с ними какие-либо манипуляции;

3) не оставлять крышки приборов снятыми во избежание засорения механизмов; всякие вскрытия кожухов приборов производить в закрытом помещении, защищённом от пыли;

4) инструмент, употребляемый для разборки и сборки, должен строго соответствовать своему назначению;

5) всякая авария, неисправность и все эксплоатационные операции должны заноситься в формуляр с отметкой даты исправления, содержания операции, причины неисправности и фамилии лица, производившего исправление.

У звукопеленгатора должны легко вращаться маховички наводки акустической системы; при заедании их надо работу прекратить. Для выяснения причин необходимо прекратить вращение и осмотреть передачу от акустической системы на корректор. Если осмотром не удалось установить причины заедания, отсоединить карданную передачу от корректора и слегка опробовать, вращая звукопеленгатор для выяснения места повреждения в нём или в корректоре.

Установив место аварии, осмотреть передачу для звукопеленгатора или вскрыть боковые крышки корректора (ЗТ-4) и устранить дефект.

На корректоре следует наблюдать за вращением красной стрелки боковых шкал корректора, а также за тем, чтобы не застопоривалась

стрелка на концах шкалы и не стояла спокойно при вращении акустической системы. Наблюдать за вращением шкал азимута и угла места соответственно вращению звукопеленгатора. Отсутствие вращения шкал при вращении звукопеленгатора указывает на аварию в передачах, кардане или корректоре.

Наблюдать за освещением шкал корректора: отсутствие освещения, мигание ламп или горение неполным накалом указывают на неисправности в синхронной передаче.

На посту управления следует наблюдать за плавностью вращения шкал. Резкие колебания шкал указывают на неисправности в синхронной передаче или заедания в передачах от мотора на шкалу.

Наблюдать за синхронизмом вращения поста с прожектором.

Уход за звукопеленгатором типа ЗТ-5 мало отличается от ухода за звукопеленгаторами ЗТ-3 и ЗТ-4 и сводится также к периодической чистке наружных поверхностей механизмов с частичной их разборкой, смазке трущихся поверхностей и к своевременному приведению в порядок разрегулированных от тряски и работы механизмов и замене изношенных частей запасными.

Во время периодических осмотров должна быть проверена работа всех приводов и механизмов звукопеленгатора, корректора и поста. В звукопеленгаторе ЗТ-5, кроме привода акустической системы, проверяется работа подъемного механизма и домкратов автомашины. В корректоре в этом случае проверяется: наклон рычага угла места (через привод температурного механизма); поворот стойки исправленных координат и рычага совмещения, установка данных в коробке треугольника скоростей; вращение курсового штурвала и штурвала ветра; поворот курсовой шкалы и установка шкалы исправленного азимута.

Если приборами пользовались во время дождя, то по окончании работы (на позиции или по возвращении с последней) все детали должны быть высушены и, где необходимо, смазаны. Особое внимание следует обратить на то, чтобы коробка треугольника скоростей, электрические части, колонка звукопеленгатора, валики приводов, шкалы, вся полусфера корректора были сухими, во избежание окисления поверхностей, осадки грязи и повреждения изоляции.

Не менее одного раза в год системы, находящиеся в эксплоатации, должны подвергаться тщательному осмотру и чистке с разборкой отдельных механизмов: механизмов привода акустической системы, подъёмных механизмов, всей звукопроводящей системы от рупора до шлема слухачей (чистка внутренних поверхностей); должны быть осмотрены резиновый шланг и шлемы, вскрыт пост управления для удаления пыли и, наконец, осмотрен кабель. При всех разборках механизмов для чистки или ремонта должны соблюдаться следующие правила:

1) отвинчиваемые детали и гайки должны ставиться на свои места;

2) для правильной и быстрой сборки важно сохранить существующее расположение деталей, чтобы не перепутать их при сборке; для этого рекомендуется делать отметки на деталях (карандашом, мелом); отметок, нарушающих поверхность деталей, наносить не разрешается;

3) при сборке тщательно пропитывать керосином разобранные и загрязнённые детали, затем протирать их насухо (тряпками или обтирочными концами) и потом смазывать; части, имеющие шариковые подшипники, промывать только бензином;

4) части, стягиваемые несколькими болтами, собирать, затягивая все болты постепенно и до одинакового натяжения, чтобы избежать перекосов или поломок;

5) после сборки проверить и опробовать всю систему.

Для смазки звукопеленгатора, корректора и поста управления может быть применено костяное или машинное масло и вазелин (тавот). Смазка может наноситься или непосредственно на наружные поверхности и трущиеся части или же путём заливки в специальные маслёнки и просто через отверстия на отдельных приборах.

Смазка должна производиться так, чтобы смазочные отверстия не переполнялись и масло не растекалось по подшипникам и наружным поверхностям. Перед смазкой каждое отверстие, маслёнки и трущиеся поверхности должны быть обязательно очищены от пыли и грязи. Коррозия на металлических частях должна быть снята и дефектное место покрыто краской.

На звукопеленгаторе ЗТ-5 смазывается машинным маслом вертикальная колонка звукопеленгатора через специальную маслёнку, а механизм подъёма колонки тавотом через три маслёнки Штауфера.

У корректора костяным маслом и вазелином смазываются: ось вращения температурного механизма, привод к коробке скоростного треугольника, цапфы траверзы, рычаг, поддерживающий коробку треугольника скоростей, шаровая поверхность стержня траверзы, шатун траверзы, направляющая курсового штурвала и направляющая ветрового штурвала.

На посту управления смазываются машинным маслом маховики азимута и угла места и втулка наружной шестерни.

СТЕКЛЯННЫЕ ОТРАЖАТЕЛИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СОВРЕМЕННОЙ ПРОЖЕКТОРНОЙ ТЕХНИКЕ

Диаметр отражателя					Фирмы, изготовляющие отражатели для прожекторов							Толщина стекла в центре (мм)	Вес отражателя (кг)
номинальн. диаметр светового отверстия		фактический внешний диаметр		миним. допускаемый фактич. диаметр	«Цейс», Иена	«Соттер-Гарле», Париж	«Парсонс», Ньюкестль	«Бауш и Ломб», Рочестер	«Салмои-раги», Флоренция	«AEG», Стокгольм	«Сименс Шуккерт» Берлин		
дм	мм	дм	мм	мм	Фокусное расстояние и допускаемое отступление от него в миллиметрах								
4	100	$4^{1}/_{2}$	114	110	—	—	57±3	—	—	—	—	3 ±1	—
8	200	$8^{1}/_{2}$	216	210	—	—	35±3	105±3	—	—	—	3 ±1	—
10	250	10	254	250	110	90±3	108±3	105±3	120±3	—	—	3 ±1	1,2
12	300	12	305	300	—	—	210±3	—	150±3	—	—	4 ±1	—
14	350	$14^{1}/_{2}$	368	365,3	175±3	—	89±3	—	150±3	175±3	—	4 ±1	2,3
16	400	17	406	403,8	—	—	210±3	—	200±3	—	180±3	5 ±1	3,4
18	450	18	457	455,7	225±3	—	175±3	—	—	—	200±3	6 ±1	5,0
20	500	20	508	506,2	—	—	153±3	—	250±3	—	—	7 ±1	6,5
24	600	$24^{1}/_{2}$	622	618,5	250±3	—	254±3	260±3	280±3	250±3	250±2	8 ±1	8
30	750	$31^{1}/_{2}$	800	796,0	350±3	—	375±3	311±3	320±3	—	310±2	8 ±1	15
36	900	$37^{3}/_{8}$	949	941,3	420±3	455±4	369±3	375±4	420±4	420±3	360±3	11,5±1	23
40	1000	$41^{1}/_{2}$	1054	1050	—	—	—	—	500±4	—	—	11,5±1	30
44	1100	$43^{5}/_{16}$	1100	1100	480±3	520±4	480±3	—	500±4	480±3	520±3	11,5±1	37,5
48	1200	$47^{1}/_{4}$	1200	1200	—	600±4	520±2	—	550±4	—	—	12,5±1	45
60	1500	$61^{1}/_{2}$	1560	1560	—	740±5	654±4	650±4	650±4	650±3	650±3	14 ±1	72,5
70	1750	70	1778	1770	—	—	—	—	650±4	—	—	17 ±1	—
80	2000	$78^{3}/_{4}$	2000	2000	960±4	—	992±4	—	800±4	860±3	860±3	18 ±1	180

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ДАННЫЕ ДУГОВЫХ ЛАМП НЕКОТОРЫХ ФИРМ С ДУГОЙ ПОВЫШЕННОЙ ЯРКОСТИ

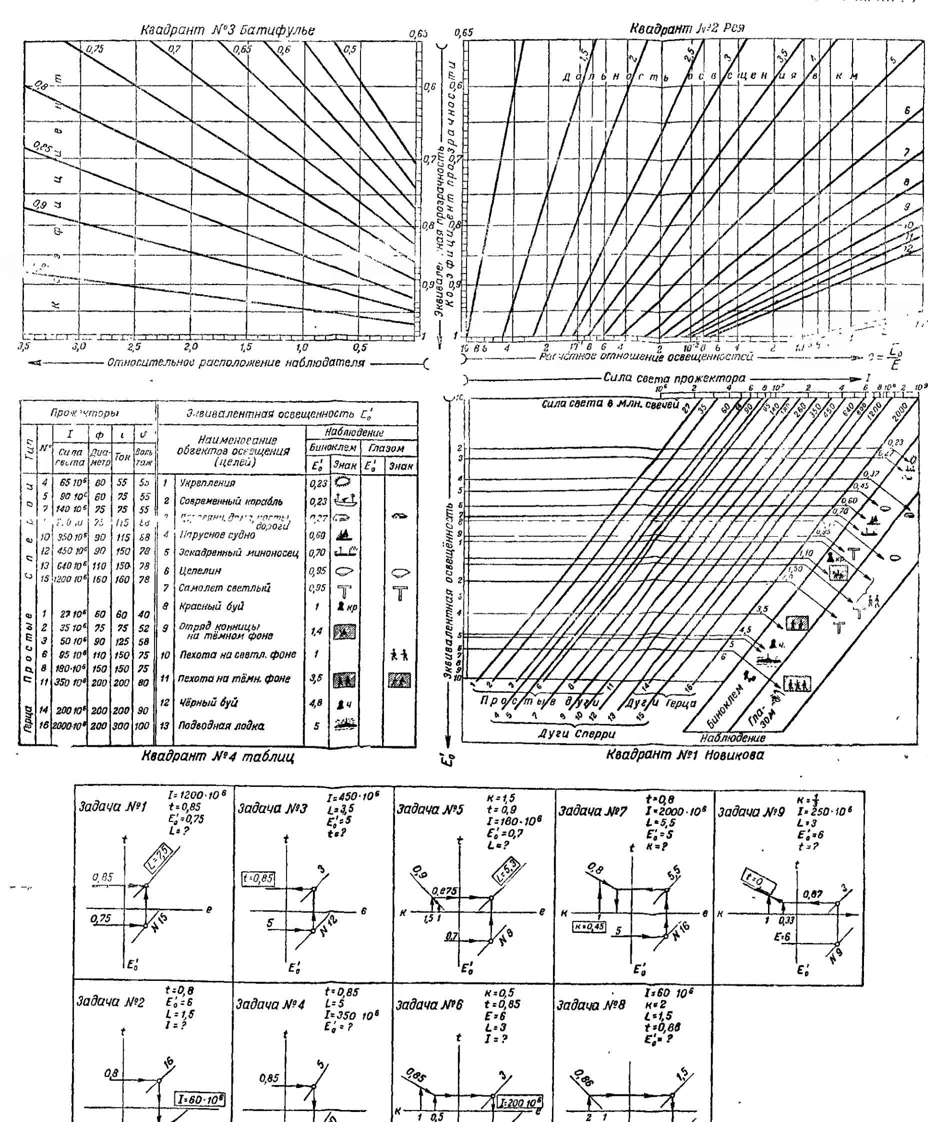
Фирма	Сила тока (а)	Напряж. на зажимах лампы (в)	Диаметр электродов (мм)		Длина электродов (мм)		Время горения пары электродов (часы)	Диаметр кратера анода (мм)	Наибольшая яркость кратера анода (кстб)	Угол между осями электродов (°)	Вес лампы (кг)	Тип лампы
			+	−	+	−						
«Сперри» (США)	35	45	8	7	355	152	1,0	6,0	40,0	65	—	Лампы шунтовые моторные с третьим электродом
	55	55	11	9,5	280	152	1,0	6,0	60,0	—	—	
	75	55	11	11	406	178	1,5	9,0	60,0	—	—	
	115	68	13,6	11	560	254	2,0	11,0	75,0	16	—	То же, но с термоконтактом
	150	78	16	11	500	305	2,0	13,0	80,0	11	—	
«Лоннекер» (Голландия) . .	60	58—60	12	10	350	200	1,5	11,0	60,0	27	—	Лампы сериесные и шунтовые. Последние с термоконтактом и с дугообразователем. Все моторные
	90	64-66	12	10	600	300	1,5	10,0	60,0	27	—	
	120	68—70	—	—	—	—	—	—	—	27	—	
	150	72—74	16	11	800	400	2,0	14,0	80,0	16	—	
	200	76—78	16	14	800	400	1,5	12,0	80,0	16	—	
	250	78—80	16	14	1000	400	1,5	12,0	90,0	11	—	
«Нединско» (Германия) . .	90	66	11	11	700	200	2,0	9,5	70,0	16	—	Лампы дифференциальные моторные, с термоконтактом и дугообразователем
	130	67	14	11	800	300	2,0	12,5	76,5	16	45	
	150	77	16	13	1000	400	2,5	14,0	83,0	16	70	
	200	89	19	15	700	400	1,5	17,0	90,0	16	75	
«Барбье-Бенар и Тюренн» (Франция) . .	125	80	13	11	—	—	—	12,0	70,0	45	25	Лампы шунтовые, моторные, с термоконтактом, дугообразователем и затемнителем
	150	80	14	11	—	—	—	12,0	70,0	45	30	
	200	80	16	11	—	—	—	14,0	70,0	45	35	

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ДУГОВЫХ ПРОЖЕКТОРОВ ПО КАТАЛОГАМ ИНОСТРАННЫХ ФИРМ

Название фирмы / Параметры прожектора	«Сперри»—США					«Бек-Нединско»—Германия						«Барбье-Бенар и Тюрени»—Франция				
1. Диаметр и фокусное расстояние отражателя в миллиметрах	600/250	750/310	900/370	1100/480	1500/650	600/245	900/374	1100/470	1500/625	1500/625	2000/849	900/450	1200/600	1500/750	2000/860	2300/1100
2. Сила тока и напряжение на дуге	75/55	115/68	115/68	150/78	150/78	90/66	130/67	150/77	150/77	200/89	200/89	125/130	150/80	200/80	200/80	200/80
3. Теоретическая осевая сила света прожекторов в милл. межд. свечей	100	250	350	640	1200	198	485	790	1465	1590	2830	450	800	1250	2200	3000
4. Средняя практич. сила света в милл. межд. свечей	50	125	175	320	600	122	298	475	900	970	1700	175	350	600	1000	1350
5. Угол рассеяния в градусах	1,0	1,0	1,2	1,5	1,5	2,25	2	1,75	1,25	1,5	1,25	—	—	—	—	—
6. Средний общий вес прожектора в килограммах	400	с основанием 500	с основанием 600	800	950	—	—	—	—	—	—	на прицепках 1100	на прицепках 1400	на прицепках 1800	2300	2800
7. Потребляемая прожектором энергия в киловаттах	10	16	18	20	25	12	18	20	25	30	30	14	16,5	22	22	22
8. Общая длина кабельной сети станции в метрах	25	25	30	—	300	—	—	—	—	—	—	80	150	200	200	150
9. Габаритная кубатура в куб. метрах	2,2	без тележек 2,7	без тележек 4,2	—	7,0	—	—	—	—	—	—	8	на прицепках 14	на прицепках 21	33	40

Примечание к таблице: в строках 1 и 2 в каждой ячейке два значения (верхнее/нижнее).



Тип	№	I Сила света	Ф Диаметр	i Ток	U Вольтаж
Сперри	4	$65\cdot10^6$	60	55	55
	5	$90\cdot10^6$	60	75	55
	7	$140\cdot10^6$	75	75	55
	[illegible]	[illegible]	75	115	68
	10	$350\cdot10^6$	90	115	68
	12	$450\cdot10^6$	90	150	78
	13	$640\cdot10^6$	110	150	78
	15	$1200\cdot10^6$	160	160	78
Простые	1	$27\cdot10^6$	60	60	40
	2	$35\cdot10^6$	75	75	52
	3	$50\cdot10^6$	90	125	58
	6	$95\cdot10^6$	110	150	75
	8	$180\cdot10^6$	150	150	75
	11	$350\cdot10^6$	200	200	80
Герца	14	$200\cdot10^6$	200	200	90
	16	$2000\cdot10^6$	200	300	100

	Наименование объектов освещения (целей)	Биноклем E_0'	Биноклем Знак	Глазом E_0'	Глазом Знак
1	Укрепления	0,23			
2	Современный корабль	0,23			
3	Деревянн. дома, мосты, дороги	0,27			
4	Парусное судно	0,60			
5	Эскадренный миноносец	0,70			
6	Цепелин	0,95			
7	Самолет светлый	0,95			
8	Красный буй	1	кр		
9	Отряд конницы на тёмном фоне	1,4			
10	Пехота на светл. фоне	1			
11	Пехота на тёмн. фоне	3,5			
12	Чёрный буй	4,8	ч		
13	Подводная лодка	5			

Квадрант №4 таблиц

пустая страница

ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ДАННЫЕ НЕКОТОРЫХ ЗВУКОПЕЛЕНГАТОРОВ

Страны, где приняты на вооружение звукопеленгаторы и фирмы их поставляющие	Тип звукопеленгатора	Размеры базы (см)		Диаметр входного отверстия звукоприемника (см)	Наблюдаемая высота в боевом положении (см)	Вес звукопеленгатора (кг)	Транспортный монтаж
		горизонтальной наводки	вертикальной наводки				
СССР							
(заводы оборонной промышленности)	ЗТ-4	270	270	81	392,5	2700	На прицепке
	ЗТ-5	279	259	66,3×62,9	—	6000	На автомашине ЗИС-6
США							
(фирма «Сперри»)	Т-5	270	270	81	460	3175	На прицепке
	Трёхрупорн. (М2)	152	152	—	274	280	Разборный
Англия							
(фирма «Барр и Струд»)	БС-2	160	130	42	247	58	Разборный
	Д-5	229	152	100	290	—	Разборный
Германия							
(фирма «Герц»)	Легкий	200	130	40	200	50	Разборный
	Полевой тяжёлый	350	140	100	430	3200	На прицепке
Франция							
(фирма «Барбье-Бенар и Тюренн») .	Легкий	250	250	50	260	70	Разборный
	Полевой тяжёлый	340	340	87,5	470	3500	На прицепке

ПОРЯДОК ВВЕДЕНИЯ ПОПРАВКИ НА ЗАПАЗДЫВАНИЕ ЗВУКА ТАБЛИЧНЫМ СПОСОБОМ

Порядок работы с использованием таблиц поправок следующий:

Начальник станции командует «Взять самолет».

1. Слухач в азимуте докладывает «Есть самолёт».
2. Считывающий азимута передает громко и четко отсчет, например, 54-40.
3. Слухач угла места цели докладывает «Есть самолёт».
4. Считывающий угла места громко и чётко передаёт угол места цели, например 4-20.
5. Первый номер устанавливает прожектор в азимуте на отсчёт 54-40, по углу места на отсчёт 4-20.
6. Начальник пеленгатора подаёт команду «Внимание, таблица 2» (номер таблицы берётся, исходя из величины предполагаемой скорости полёта самолёта).

По этой команде:

а) считывающий азимута, видя, что при изменении азимута «последний» возрастает, докладывает «Плюс»;

б) табличный находит таблицу 2.

7. Начальник пеленгатора подаёт команду «Первая стоп».

По этой команде:

а) считывающий азимута громко и чётко передаёт полный азимут, например 54-80;

б) считывающий угла места цели громко и чётко передаёт угол места цели, например 5-00;

в) первый номер устанавливает прожектор в азимуте α_1 = 54-80 и по углу места цели ε_1 = 5-00;

г) по таблице 2 табличный находит нужную колонку по углу места цели ε_1 = 5-00 (самые крупные цифры в центре).

8. Через 5 секунд начальник пеленгатора подаёт команду «Вторая стоп».

По этой команде:

а) считывающий азимута, произведя вычисление в уме [1], громко и чётко передает разность двух показаний азимута $\alpha_1 - \alpha_2$, например, 0-40;

б) считывающий угла места цели громко и чётко передаёт угол места цели ε_2, например 5-60;

в) начальник станции, наблюдая за отклонением прожектора после первых двух отсчетов, определяет поиск, проверяя правильность определения поиска по второму отсчету и командует «Вертикальный влево вверх»;

г) табличный в графе ε, при ε_1 = 5-00 по таблице скоростей самолёта находит разность $\alpha_1 - \alpha_2$ = 0-40 и по строке этой разности в графе 8 (для данного случая) при ε_2 = 5-60 читает поправку на запаздывание звука в азимуте $\Delta\alpha$ = 2-20 и полный угол места 6-40;

д) начальник звукопеленгатора через 5 секунд командует «Дай луч»;

е) прожекторист номер второй находит на добавочном лимбе $\Delta\alpha$ = 2-20 (этот лимб рекомендуется нанести по новой инструкции ГУПВО изд. 1942 г.) и, заметив точку ниже его на основном лимбе, подводит к ней индекс прожектора, т. е. устанавливает прожектор по азимуту $\alpha_1 + \Delta\alpha$ = 54-40 + 2-20 = = 56-60, и по команде «Дай луч» включает рубильник.

Прожекторист номер первый одновременно с прожектористом номером вторым устанавливают прожектор по углу места цели ε = 6-40.

9. Если самолёт не обнаружен в луче сразу, прожекторист номер первый производит поиск «Вертикальный влево вверх».

---

[1] Считывающий азимута следит за перемещением индекса и устанавливает, на какое количество делений индекс ушёл за 5 секунд в ту или другую сторону. Зная цену одного деления азимутального лимба, быстро по второму отсчёту устанавливает изменение азимута.

Первый отсчёт угла места ↓ (4-20)

Второй отсчёт угла места ↓ (4-60)

3-80		4-00		4-20			4-40		4-60		4-80		5-00		5-20	
0-00	3-00	0-00	3-20				0-00	5-80	0-00	6-40	0-00	7-00	0-00	7-80	0-00	8-60
0-60	3-00	1-00	3-20	0-20	2-40	4-20	1-40	5-80	1-20	6-60	1-20	7-20	1-20	8-00	1-20	8-40
1-20	3-00	1-80	3-20	0-40	2-80	4-00	2-60	5-60	2-20	6-40	2-20	7-00	2-20	7-80	2-40	8-40
1-80	3-00	2-20	3-40	0 60	3-20	4-00	3-40	5-40	3 00	6 20	3-00	6-80	3-00	7-60	3-20	8-00
2-20	3-00	2-80	3-40	0 80	3-60	4-00	3-80	5-20	3 80	6 00	3-80	6-60	4-00	7-40	4-20	8-00
2-60	3-00	3-20	3-40	1 00	3-80	4-00	4-20	5-00	4 40	6 80	4-40	6-40	4-80	7-20	5-00	8-00

Разность отсчётов азимута (↑ 0 60 / 0 80 / 1 00)

Поправка в азимуте (↑ 3 00 / 3 80 / 4 40)

Исправленный угол места (↑ 6 20 / 6 00 / 6 80)

ДАННЫЕ НЕКОТОРЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ТРАНСПОРТНОГО МОНТАЖА СИСТЕМ «ПРОЖЗВУК»

Тип автомобиля и его назначение	Грузоподъёмность в тоннах	Мощность двигателя в л. с.	Длина автомобиля в см	Ширина автомобиля в см	Высота в походном положении в см	Общий вес груженого автомобиля в кг	Максимальная скорость движения в км/час	Радиус поворота в м
АМО-3-4 (прожекторный автомобиль станций З-15-3 и З-15-4 и тягач звукопеленгаторов ЗТ-3 и ЗТ-4)	2,5	60	631	235	350[1] / 340	5870	45—50	17
ЗИС-12 (прожекторный автомобиль станций З-15-4А и З-15-4Б) . . .	2,5—3	73	643,5	225	336	6000	60	8,6
ЗИС-6 (прожекторный автомобиль станции ПО-15-8 и звукопеленгатора ЗТ-5)	4	73	630	230	350[1] / 340	7000[1] / 6000	40	—

[1] В числителе приведены цифры для прожекторов, в знаменателе — для звукопеленгаторов.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ, ВСТРЕЧАЮЩИЕСЯ В ТЕКСТЕ КНИГИ

Название единицы	Сокращенное обозначение		Определение единицы
	международное	русское	
Стильб	sb	сб	Единица поверхностной яркости. Равняется яркости равномерно светящейся площадки, каждый квадратный сантиметр которой в направлении, перпендикулярном к площадке, обладает силой в 1 международную свечу
Международная свеча	—	св	Единица силы света. Полное излучение источника света с силой в 1 свечу равно 4π люмен или, что то же, 12,56 люмен
Люмен	lm	лм	Единица светового потока. Равняется световому потоку, исходящему от точечного источника света силой в 1 международную свечу и заключённому в телесном угле, равном единице
Люкс	lx	лк	Единица освещённости. Равняется освещённости, получаемой при световом потоке в 1 люмен, равномерно распределённом по площади в 1 квадратный метр
Стерадиан	—	—	Единица телесного угла (см. стр. 16). Это — телесный угол, который, имея вершину в центре сферы, вырезает на её поверхности участок, равный квадрату радиуса

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

МАТЕРИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ СИСТЕМ «ПРОЖЗВУК»

Стр.

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛОАТАЦИЯ СИСТЕМ «ПРОЖЗВУК»

Редактор инженер-майор Кириллов Л. М.

Технический редактор Троицкая А. Н. Корректор Иванова А. П.

111329. Подписано к печати 2.12.43 г. Изд. № 242б. Объём $17^{3}/_{4}$ п. л. 5 вкл.
л.-авт. л. 21,4 В 1 п. л. 48000 тип. зн. Зак. 4441

1-я типография Трансжелдориздата НКПС

Цена 7 руб.